UNIVERSITE DE STRASBOURG FACULTE DE PHARMACIE

ANNÉE SCOLAIRE 1943-1944 N° 336.

Contribution à l'Etude des insectes utiles à l'homme

LE VER A SOIE DU MURIER SES PRODUITS

(SOIE, CRIN DE FLORENCE)

THÈSE

7 FEV. 1945

présentée et soutenue publiquement le
devant la Faculté de Pharmacie de Strasbourg
pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(Mention Pharmacie)

par

Frédéric LEVY

Examinateurs de la Thèse : M. A. GUILLAUME, Professeur, Président
R. SARTORY, Professeur. } Juges
P. CORDIER, Professeur. }

IMP. GÉNÉRALE
Jean de Bussac
2, Cours Sablon, 2
Clermont - Ferrand

1944

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE SCOLAIRE 1943-1944 N° 336.

Contribution à l'Etude des insectes utiles à l'homme

LE VER A SOIE DU MURIER SES PRODUITS

(SOIE, CRIN DE FLORENCE)

THÈSE

7 FÉV. 1945

présentée et soutenue publiquement le
devant la Faculté de Pharmacie de Strasbourg
pour obtenir le grade de Docteur de l'Université
(Mention Pharmacie)

par

Frédéric LEVY
Pharmacien de 1ere Classe de l'Université de Paris
Médaille d'Or de la Faculté de Pharmacie

Examinateurs de la Thèse : M. A. GUILLAUME, Professeur, Président
R. SARTORY, Professeur. } Juges
P. CORDIER, Professeur. }

IMP. GÉNÉRALE
Jean de Bussac
2, Cours Sablon, 2
Clermont - Ferrand

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. A. SARTORY, *Doyen*, C. ✻, I. ✪, C. ✠
VOLMAR, *Assesseur*, ✻, I. ✪.
MARANDON, *Secrétaire*, ✻, ✠, ✠, ✪.

PROFESSEURS

MM.	A. SARTORY, C. ✻, I. ✪, C. ✠	Bactériologie.
	N.	Botanique
	VOLMAR, ✻, I. ✪	Chimie organique.
	GUILLAUME, O. ✻, ✠, I. ✪, O. ✠	Pharmacie galénique.
	LAPP, I. ✪	Chimie analytique.
	CORDIER, ✪	Pharmacie chimique.
	R. SARTORY, ✪, O. ✠	Matière médicale.
	DUQUENOIS	Toxicologie.

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM.	A. SARTORY	Hygiène.
	N.	Hydrologie.
	VOLMAR	Chimie minérale.
	GUILLAUME	Zoologie
	LAPP	Physique
	N.	Législation et Déontologie.
	CORDIER	Chimie biologique.
	R. SARTORY	Cryptogamie.
	N	Pharmacodynamie

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM.	COLLARD, ✻ ✠, I. ✪	Chimie pharmaceutique.
	N.	Chimie et Physique.
	N.	Histoire naturelle.
	LEDOUX, ✠	Bactériologie et Parasitologie

A MA FEMME

A MES FILLES

en souvenir des mauvais jours qui, espérons-le, ne seront plus, bientôt, que de mauvais souvenirs.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR GUILLAUME

Officier de la Légion d'honneur
Officier du Mérite agricole

En témoignage de ma profonde reconnaissance.

A MES JUGES :

MESSIEURS LES PROFESSEURS R. SARTORY

ET P. CORDIER

Hommage de profonde gratitude.

AVANT-PROPOS

A la suite de circonstances inhérentes à la guerre, dont la destruction totale de notre officine de pharmacien et l'impossibilité où nous avons été placés d'utiliser normalement notre diplôme, nous avons trouvé refuge dans un département du Massif Central bien éloigné, hélas ! de notre domicile, mais tout proche de Clermont-Ferrand, siège provisoire de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg.

Quoiqu'un laps de temps d'une vingtaine d'années s'était écoulé depuis notre réception au diplôme de pharmacien devant la Faculté de Paris, notre inaction forcée nous a amenés à nous rendre compte que nous possédions encore fortement ancré en nous-mêmes le goût des études et des recherches.

C'est pourquoi nous sommes entrés en relations avec M. le Professeur Guillaume, dont nous avons suivi avec assiduité le cours de Phyto-pharmacie, cette jeune science pleine de promesses.

Ceci nous a incités à effectuer un travail personnel sur cette matière et M. le Professeur Guillaume accepta très aimablement de nous conseiller et de nous guider.

Nous ayant interrogés alors sur le sujet de thèse auquel nous désirions nous consacrer, il a eu la sagesse de nous détourner de ce thème : en effet, les thèses de phytopharmacie, très nombreuses depuis quelques années, nécessitent un travail persévérant de longue durée, exigeant, pendant plusieurs années de suite, des essais sur le terrain aux moments propices et des connaissances botaniques, zoologiques, chimiques et biologiques, que vingt ans de pharmacie de détail nous ont fait un peu oublier.

Et M. le Professeur Guillaume ajouta : « On s'occupe beaucoup actuellement des Insectes nuisibles. Pourquoi ne pas vous consacrer aux Insectes utiles ? Le ver à soie, par exemple ?... »

Et c'est ainsi que prit corps le sujet du modeste travail de mise au point dont on voudra bien prendre connaissance ci-après.

Mais nous nous sommes bien vite rendus compte que la compulsion des ouvrages traitant la question ne pouvait suffire à notre curiosité d'apprendre et nous avons senti le besoin de « voir de nos yeux » la curieuse évolution du ver à soie. Dans ce but, nous nous sommes mis en rapport avec M. le Directeur de la Station Séricicole d'Alès qui accepta de nous accueillir. Avec lui, nous avons assisté à l'élevage du ver à soie ; nous avons visité des ateliers de fabrication de crin, de filature de la soie, ainsi que des Coopératives séricicoles et des magnaneries. Et c'est en somme le compte rendu de ce voyage d'étude qu'on trouvera en grande partie dans les lignes qui vont suivre.

A M. le Professeur Guillaume qui nous a si bien orienté vers un sujet pour lequel nous avons été pris d'un intérêt de plus en plus puissant, qui nous a accueilli dans son laboratoire, toujours réconforté dans nos moments de doute, conseillé, guidé avec sa bienveillance coutumière et sa grande amabilité, nous apportons ici-même nos remerciements bien sincères et l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

A M. Secretain, Directeur de la Station Séricicole d'Alès, grâce auquel nous avons pu faire connaissance avec le Ver à soie et nous initier à la Sériciculture, qui a bien voulu mettre à notre disposition le fruit de trente-cinq années d'étude du *Bombyx mori*, nous présentons nos sentiments de très vive reconnaissance et notre vive sympathie.

Nous prions MM. les Professeurs P. Cordier et R. Sartory, qui nous ont fait le grand honneur d'accepter de juger notre modeste étude de croire à nos sentiments de profonde gratitude.

INTRODUCTION

L'importance des Insectes dans ce bas monde est considérable ; ils se révèlent pour l'homme de redoutables ennemis ou de précieux auxiliaires, parfois même les deux ensemble.

Redoutables ennemis, malgré leur fragilité, en ce qu'ils peuvent attaquer directement celui-ci et lui inoculer de graves maladies (peste, maladie du sommeil, paludisme, fièvre jaune...) ou simplement l'importuner et lui provoquer diverses démangeaisons, éruptions cutanées, etc. (moustiques, puces, punaises, poux, etc.) ou s'attaquer à la nourriture de l'homme et détruire en peu de temps le résultat d'un plus ou moins long effort (doryphore, hanneton, charançon, bruche, sauterelle, courtilière, fourmi, puceron, cochenille, etc...) ou s'attaquer aux matériaux utilisés par l'homme pour son habitation, son habillement (termite, teigne, vrillette, etc.) ou aux animaux domestiqués par l'homme (taon, puce, chique) etc.) ou s'attaquer encore à d'autres insectes utiles à l'homme (guêpe, fourmi, ennemies de l'abeille...).

Si l'on songe que certains Entomologistes estiment à près de 300.000 le nombre des espèces d'insectes, tandis qu'il existe 500.000 espèces animales dans le monde vivant, que la fécondité des Insectes est prodigieuse, comment l'Homme pourrait-il se défendre contre ceux-ci si, par bonheur pour l'Humanité, le plus grand ennemi de l'Insecte n'était l'Insecte lui-même. D'ailleurs, dans ce pauvre monde, l'Homme n'est-il pas son ennemi propre le plus féroce ?

Mais, les éléments, les Insectes et d'autres animaux (oiseaux, reptiles ou batraciens), ne suffisent pas à défendre l'Homme ; il faut que celui-ci agisse lui-même et,

en ce qui concerne la défense des végétaux utiles, la Phytopharmacie est une jeune science pleine d'avenir, de développement, de ressources et d'utilité.

Les Insectes sont aussi parfois de précieux auxiliaires pour l'Homme, en ce qu'ils lui fournissent des aliments plus ou moins appréciés (abeille, sauterelle) ou des médicaments (cantharide, cochenille, abeille par son venin utilisé contre les rhumatismes) ou des matériaux utiles (cynips de la galle du chêne) ou parce qu'ils détruisent des animaux nuisibles aux cultures (carabe, cicindèle, ichneumon, certaines coccinelles,...), parfois utiles enfin en montrant à l'Homme des exemples d'organisation sociale parfaite (fourmi, abeille). N'a-t-on pas d'autre part effectué récemment en Suisse des recherches afin de déterminer la quantité de matières grasses susceptibles d'être retirées du hanneton ? Cette exploitation serait même, paraît-il, entrée dans le domaine pratique.

Poussant le paradoxe plus loin, nous pouvons même admettre que tous les Insectes ont leur utilité en ce sens qu'ils servent de nourriture aux oiseaux, lesquels contribuent pour la plupart à l'alimentation de l'Homme.

Ainsi en arriverions-nous à conclure que tout Etre aurait sa raison d'exister en ce monde...

Laissant aux philosophes le soin d'approfondir cette question, nous nous bornerons ici à commencer la série des monographies sur les Insectes amis de l'Homme par le plus important d'entre eux au point de vue économique : le *Bombyx mori* ou papillon du ver à soie du mûrier.

Après un examen très sommaire de la classification des Lépidoptères, afin de situer le sous-groupe des Bombycides, nous nous livrerons à l'étude approfondie du *Bombyx Mori*, de ses métamorphoses, de sa morphologie et de son anatomie aux diverses phases de sa vie.

Nous nous occuperons ensuite de la Sériciculture et tâcherons de fixer les conditions les meilleures pour obtenir un élevage artisanal rémunérateur.

Nous savons que le Bombyx du mûrier nous fournit deux produits : la soie et le crin de Florence. Celui-ci nous intéresse seul au point de vue pharmaceutique pur ; mais nous étudierons rapidement celle-là pour nous éten-

dre à fond sur la question du Crin de Florence chirurgical dont nous pensons faire ainsi une mise au point actuelle.

Cependant l'industrie de la soie, après une ascension remarquable, a subi depuis un quart de siècle la presque mortelle concurrence de l'industrie des fils de soie artificielle et le crin de Florence n'a pas été épargné. Nous serons donc amenés ainsi à jeter un rapide coup d'œil sur la fabrication des fibres végétales synthétiques afin d'être à même de comparer les deux soies et surtout de les différencier.

Car, notre but caché en faisant cette étude a été de contribuer à rénover, en France, l'élevage des vers à soie, base d'une industrie nationale importante et prospère autrefois, et à libérer le pays de l'importation des crins nécessaires à nos chirurgiens.

Si notre modeste travail de mise au point remplissait ce double but, nous serions heureux d'avoir contribué par nos faibles moyens à augmenter la richesse de la Patrie.

LE VER A SOIE DU MURIER

Le Ver à soie du mûrier est la larve, ou chenille du Bombyx mori L. ou Sericaria mori, insecte appartenant à l'ordre des Papillons ou Lépidoptères.

Classification sommaire des Insectes et des Lépidoptères

Afin de situer d'une manière précise la place du Bombyx mori dans la classification générale, rappelons brièvement que R. Perrier (40) divise la classe des Insectes en deux sous-classes :

1° les *Aptérygogènes*, insectes primitifs dépourvus d'ailes, et 2° les *Ptérygogènes*, comprenant l'immense majorité des insectes actuels, presque tous ailés, rarement aptères par suite de la régression des ailes.

Cette dernière sous-classe se subdivise comme suit en neuf ordres :

	Pièces buccales construites pour broyer	
Métamorphoses incomplètes	4 ailes semblables.....	**Archiptères**
	Ailes antérieures cornées...	**Orthoptères**
Métamorphoses complètes	4 ailes semblables.....	**Nevroptères**
	Ailes antérieures transformées en élytres.....	**Coléoptères**
	Pièces buccales construites pour broyer et lécher	
Métamorphoses complètes	4 ailes membraneuses.....	**Hymenoptères**
	Mâchoire transformée en trompe aspiratrice	
Métamorphoses complètes	4 ailes couvertes d'écailles..	**Lepidoptères**

Lèvres transformées en trompe ; les autres pièces propres à piquer

Métamorphoses incomplètes	4 ailes, les antérieures souvent cornées, même en partie.....	**Hemiptères**
Métamorphoses complètes	2 ailes seulement.....	**Diptères**

L'ordre des Lépidoptères est généralement divisé en trois sous-ordres :

1° Les *Rhopalocères* à antennes plus ou moins renflées en massue à leur extrémité ; ce sont des papillons de jour, à ailes relevées au repos ;

2° Les *Hétérocères*, à antennes ne présentant jamais de masse arrondie à leur extrémité ; au repos, les ailes sont à plat ou en forme de toit ; ce sont les papillons crépusculaires ou nocturnes ;

3° Les *Microlépidoptères* ou papillons de très petite taille.

Le sous-ordre des *Hétérocères* forme lui-même cinq tribus dont la plus importante est celle des *Bombycines* qui, suivant la constitution variée des ailes, se subdivise en trois familles :

1° Les *Bombycides*, à l'abdomen gros et épais et dont les chenilles ont une filière bien développée ;

2° Les *Saturnides* où sont classés la plupart des vers à soie sauvages et qui, suivant la structure de l'aile, se subdivisent en trois sous-familles : Saturniens, Actiens, Attaciens ;

3° Les *Lasiocampides*, souvent parasites des végétaux.

D'après ses caractères que nous étudierons plus loin, le Bombyx mori est un Lépidoptère appartenant au sous-ordre des Hétérocères, tribu des Bombycines, famille des Bombycides.

ÉTUDE DU BOMBYX MORI ET DE SON CYCLE EVOLUTIF

(Morphologie, anatomie, physiologie, biologie)

L'œuf, pesant environ un milligramme au maximum, donne naissance au printemps à une larve noire, petite, qui se nourrit exclusivement de feuilles de mûrier. Trente jours après, à la suite de quatre mues, le ver atteint une dizaine de centimètres de long et pèse 10.000 fois plus qu'à son éclosion. Au moyen du liquide excrété par les glandes séricigènes, il file alors un cocon fermé à l'intérieur duquel s'effectue une cinquième mue ; le ver se transforme en chrysalide, laquelle se métamorphose ensuite en un papillon, insecte parfait, qui sort du cocon. Les papillons mâles s'accouplent avec les femelles qu'ils fécondent ; celles-ci pondent aussitôt les œufs qui, en général, subissent pendant l'hiver une vie ralentie.

Tel est le résumé très condensé de l'évolution du B. mori que nous allons étudier très en détail dans les pages suivantes.

L'oeuf

Morphologie.

L'œuf du B. mori, improprement appelé graine par suite de sa ressemblance avec certaines semences végétales, présente un aspect lenticulaire avec une légère dépression centrale et une extrémité plus pointue. Il mesure en moyenne 1 mm. 4 sur 1 mm. 2 ; suivant les races, il pèse, à la ponte, entre 6 et 8 dixièmes de milligrammes et un gramme de graines compte de 1.350 à 1.600 œufs, parfois même jusqu'à 2.000 chez les races exotiques. La densité est d'environ 1.080 pour les œufs fécondés ; les œufs non fécondés se dessèchent et deviennent plus légers.

Au moment de la ponte, l'œuf est généralement recouvert d'un vernis gommeux soluble dans l'eau, qui lui permet d'adhérer à la surface sur lequel il est déposé par le papillon femelle. Cependant les œufs de certaines races

(de Bagdad en particulier) sont dépourvus de vernis : ce sont des œufs non adhérents.

Extérieurement, l'œuf est entouré d'une coque solide de composition se rapprochant de celle de la kératine, soluble dans la potasse chaude et dans les hypochlorites alcalins.

La surface de cette coque présente au microscope un réseau irrégulier constitué par des cellules appelées *cellules polygonales*, à cause de leur forme ; à la partie la plus pointue, celles-ci sont remplacées par des cellules plus régulières entourant un orifice triangulaire, le *micropyle*, pourvu de trois canalicules fins traversant obliquement la coque ; ils constituent les voies de pénétration des spermatozoïdes.

La coque est encore percée çà et là de petits canaux en entonnoir permettant l'aération et la respiration de l'embryon ; ce sont les *canaux aérifères*.

La coque, dont l'épaisseur varie entre 3 et 6 millièmes de millimètres, protège efficacement l'embryon ; elle est transparente et sa couleur peut varier du blanchâtre au verdâtre.

Anatomie : Intérieurement, la coque est tapissée d'une première membrane, la *membrane vitelline*, puis d'une seconde, la *membrane cellulaire* ou *séreuse*, formée de cellules pigmentées à grand noyau ; sa coloration variant du rôle pâle au violet foncé donne sa teinte à l'œuf.

L'œuf fraîchement pondu est jaune. S'il a été fécondé, la séreuse apparaît au bout de deux jours et l'œuf change de couleur : il prend une teinte lie-de-vin, puis gris-ardoise. S'il n'a pas été fécondé, il reste jaune par suite de la non-formation de la séreuse et se dessèche. Lorsque l'éclosion approche, le jeune ver dévore cette membrane et l'œuf devient blanchâtre.

A l'intérieur de la séreuse, se trouve un milieu semi-liquide, ou *bandelette germinative*, dans lequel baigne l'embryon, disposé en arc-de-cercle dans la *cavité amniotique* bordée elle-même par l'*amnios*.

La bandelette germinative se présente comme une tige renflée à une extrémité en deux *lobes céphaliques*, continuée par une série de 17 segments ou *somites* et terminée à l'autre extrémité par le *telson*.

De grandes cellules à petit noyau, les *cellules vitellines*, nagent dans le milieu semi-liquide ; elles constituent les aliments de réserve qui serviront de nourriture à l'embryon deux jours avant sa naissance ; elles sont formées de graisses, albumines, cholestérine, lécithine et peptones.

Physiologie : L'œuf, contenant un être vivant, l'embryon, dégage de la chaleur et, dans les amas de graines, on constate une élévation de température de quelques degrés.

L'œuf respire : 100 grammes de graines dégagent en 24 heures 0 gr. 310 d'anhydride carbonique après la ponte et 1 gr. 652 à l'approche de l'éclosion. Duclaux a mesuré, en 1868, cette activité respiratoire en introduisant un gramme de graines dans des flacons bien calibrés de 16 cc. et en analysant à des époques différentes l'air contenu dans ces flacons. Très active les premiers jours, elle diminue peu à peu, se maintient très faible pendant toute la période hivernale pour reprendre une très grande activité au moment de l'évolution embryonnaire.

L'influence de la température sur la respiration et sur toutes les manifestations vitales de l'œuf est très nette ; elle agit différemment suivant que les graines se trouvent en période estivale, automnale, hivernale ou printanière :

a) *Période estivale* : Pendant cette période, les graines ont besoin de chaleur. Des œufs fraîchement pondus, soumis à une température inférieure à 15°, conservent leur couleur jaune clair et se dessèchent comme des œufs non fécondés, tandis que placés à 25°, ils changeront rapidement de teinte. La durée de cette période peut varier beaucoup : Duclaux a trouvé qu'elle pouvait être réduite à 20 jours ; après ce délai, les graines portées dans une glacière peuvent éclore à l'automne. Dans nos régions, les graines pondues en juin-juillet sont maintenues en période estivale jusqu'en septembre-octobre. Mais cette durée peut être prolongée.

b) *Période automnale ou de transition* : La graine devient presque inerte et insensible à tout abaissement de température.

c) *Période hivernale* : La pratique a démontré que, pour obtenir une éclosion régulière et des vers vigoureux, il était nécessaire de soumettre pendant quelque temps la graine à une température basse. Duclaux a établi qu'une température voisine de 0° était la plus convenable à l'hivernation des graines, que la durée de l'hivernation pouvait être d'autant plus réduite que la graine était plus âgée ; les graines de cinq à six mois sont aptes à éclore après quelques jours de froid, tandis qu'il faut au moins 40 jours d'hivernation pour les graines de trois à quatre semaines. Les froids les plus intenses, par exemple −30°, ne font pas périr les graines. Pendant la période hivernale, la graine est engourdie, très peu sensible aux actions mécaniques, au manque d'air, aux excès d'humidité, circonstances qui lui sont au contraire très sensibles à d'autres moments.

Soumis au froid, les œufs résistent assez bien en général à une hivernation prolongée qui peut atteindre 170 jours ; une hivernation plus longue amène le dessèchement.

d) *Période printanière ou post-hivernale* : Quand les œufs ont subi pendant quelque temps l'action du froid, l'embryon est apte à se développer dès que la température s'élève suffisamment. Pendant cette période, la graine est très délicate : en effet, s'il survient des chaleurs précoces, l'embryon entre en évolution et le jeune ver peut même éclore ; si la température redevient basse, le développement de l'embryon est arrêté et, s'il parvient à naître, le jeune ver est chétif.

L'influence de l'humidité sur les œufs est importante ; il est reconnu que l'excès d'humidité est nuisible à la bonne conservation de la graine, car il empêche l'exhalaison de vapeur d'eau et favorise la formation de moisissures, ce qui peut altérer l'embryon et les matières de réserve. Pendant les seconde et troisième périodes, les œufs sont beaucoup moins sensibles à l'humidité et peuvent même séjourner dans l'eau à la température ambiante, ce qui permet de les laver. Cependant, en exagérant le degré de siccité de l'air, on risquerait de provoquer une évaporation trop intense du milieu interne et le dessèchement de la graine.

Car l'œuf transpire et le dégagement de vapeur d'eau qu'il produit est la cause de sa perte de poids depuis la ponte jusqu'à l'éclosion ; cette perte s'élève au total à 12 % ou 13 % suivant Grandori, Acqua, Maillot et Lambert, à 19,422 % en moyenne suivant Sécretain et Schenk (65) ; pendant la période estivale (juin à août), les œufs perdent 5,232 % de leur poids ; pendant la période préhivernale (septembre à novembre), 1,958 % ; pendant la période hivernale (décembre à mars) et pendant la pré-incubation, la perte est minime ; mais, pendant l'incubation, elle se monte à 11,556 %.

D'ailleurs, d'après ces derniers auteurs (65), 100 grammes de graines se décomposent comme suit :

Poids des jeunes vers	65 gr. 052
Poids des coques vides	15 gr. 526
Poids d'eau évaporée et expirée .	19 gr. 422

Les œufs soumis à des vapeurs nocives (62) offrent une très grande résistance à l'asphyxie.

Dimorphisme ovulaire : Les œufs du Bombyx mori ont fait l'objet de nombreux travaux, notamment pour tenter de distinguer ceux d'où naîtront des mâles de ceux qui engendreront des femelles. Secretain et Schenk (56) ont montré en 1937 que les œufs à séreuse tachetée donnent une prédominance de mâles (69 %), tandis que les œufs à séreuse non tachetée donnent une prédominance de femelles (62 %). Puis, ces auteurs (66) ont repris ces travaux en 1941 et 1942 et, mesurant les œufs au microscope à micromètre oculaire, ils sont arrivés à démontrer que les grands œufs donnent naissance à une forte majorité de femelles (90,6 %), les petits œufs à une forte majorité de mâles (89,8 %).

Etudiant toujours le dimorphisme ovulaire, par des expériences nombreuses échelonnées sur plusieurs années, les auteurs précédemment cités (58) ont cherché à trier densimétriquement les œufs au moyen de solutions plus ou moins concentrées de chlorure de sodium ; les résultats très décevants les ont amenés à conclure au rejet de cette méthode.

L'influence du poids des œufs sur les vers et sur les

cocons a été étudiée par ces séricicologues (59) : l'œuf lourd donne naissance à un ver de poids plus élevé et le cocon est plus pesant que celui issu d'un œuf léger ; mais ce plus grand poids peut être dû simplement au plus grand poids de la chrysalide, sans que le poids de l'enveloppe soyeuse soit influencé.

Formation des œufs : Les œufs prennent naissance dans les ovaires du papillon femelle ; les tubes ovariques contiennent dans leur partie antérieure les *ovogonies* ; celles-ci se multiplient activement et donnent rapidement naissance à huit cellules-filles dont une seule se développera pour donner l'œuf. Les sept autres donneront les cellules-nourricières ou vitellogènes qui constitueront le vitellus. Les cellules nourricières et l'œuf forment le *groupe*, logé dans une chambre particulière ou *follicule*, constituée elle-même par les cellules épithéliales ou folliculaires des tubes ovariques. Plus ils s'approchent de l'oviducte pair, plus les œufs se différencient et chacun d'eux est contenu dans un renflement des tubes ovariques qui prennent ainsi l'aspect d'un chapelet. Les cellules folliculaires secrètent la coque de l'œuf où elles laissent leur empreinte en réseau. Les œufs défilant un à un dans l'oviducte pair, puis dans l'oviducte commun sont entourés par les zoospermes sortis de la poche copulatrice et fécondés ; les spermatozoïdes pénètrent par le micropyle dans l'œuf qui s'enduit ensuite d'un vernis issu de glandes spéciales et est pondu.

Le nombre total moyen chez une femelle non fécondée est de 654 avec une moyenne de 65 œufs non pondus. Chez une femelle fécondée, ce nombre est de 723 avec une moyenne de 2 œufs non pondus. L'accouplement active donc la formation des œufs et provoque une ponte plus abondante (61) ; mais le nombre d'œufs pondus est plutôt en relation avec la durée de l'accouplement qu'avec l'hérédité (66). Cependant un trop long accouplement provoque un épuisement tel de la femelle qu'il lui est impossible d'effectuer sa ponte.

Pendant les vingt premiers jours qui suivent la ponte, si la température se maintient à 22-23°, la bandelette germinative s'organise dans l'œuf. Après vingt jours, celui-ci devient complètement inerte. Pendant la période d'hiver-

nation qui dure jusqu'en mars et dont la température idéal est comprise entre 0 et +5°, l'action du froid constant et sec évite un développement précoce et plus ou moins interrompu de l'embryon, ce qui lui serait nuisible.

Lorsque les conditions climatériques deviennent propices, aux premières chaleurs, vers la mi-avril dans nos régions, le germe s'anime et continue son évolution : l'embryon donne alors naissance à la larve grâce à une série de transformations internes provoquées par l'incubation. Mettre les œufs en incubation, c'est les placer dans des conditions favorables pour que l'embryon poursuive son développement.

La partie la plus proche de la coque deviendra la face ventrale de la chenille avec apparition de fausses pattes

Du quatrième au neuvième jour de l'incubation, se constituent les rudiments des pièces buccales et les trois paires de pattes vraies, c'est-à-dire la partie céphalothoracique du ver ; les intestins antérieur et postérieur se forment. Au dixième jour apparaissent les stigmates et la trompe soyeuse. Puis l'intestin moyen resté en contact avec le vitellus pour l'alimentation de l'embryon opère sa jonction avec les intestins antérieur et postérieur pour donner naissance au tube digestif.

Au dix-huitième jour, l'embryon exécute alors un demi-tour sur lui-même ; c'est le phénomène du retournement rendu possible par la consommation par le jeune ver d'une partie du milieu nutritif. Ce renversement a pour résultat d'amener la tête de la larve près du micropyle. Le tube digestif commence à fonctionner, le reste du vitellus est alors absorbé par la bouche. Puis la larve prend forme, se colore, se couvre de poils ; l'air pénètre dans les trachées, le ver dévore la membrane séreuse et l'œuf devient par conséquent blanchâtre : c'est l'éclosion.

Univoltinisme et Bivoltinisme. Les œufs qui se développent normalement dans les conditions énoncées ci-dessus, c'est-à-dire après une période d'hivernation, sont dits *univoltins*.

Quelques œufs, placés dans des conditions de température convenable dans une salle sèche et chaude, éclo-

sent une douzaine de jours après la ponte ; ce cas n'est pas rare et est désigné sous le nom de *bivoltinisme accidentel*. Certaines variétés de Bombyx mori, surtout originaires d'Extrême-Orient, sont normalement bivoltines ; mais, acclimatées dans nos pays, ces variétés deviennent univoltines. On connaît même des races polyvoltines ; mais, au bout de deux ou trois générations annuelles, il se produit toujours une phase de repos de plusieurs mois : une période d'hivernage semble donc nécessaire.

Dans des races polyvoltines d'Indochine et de Chine du Sud, les œufs conservent leur couleur jaune paille qu'ils présentent au commencement de la ponte. Si la température se maintient supérieure à 30°, l'œuf éclot en 15 jours ; la durée d'incubation augmente si la température s'abaisse : 30 à 50 jours lorsque la température est plus petite que 20°.

La race polyvoltine japonaise présente quelques différences : le changement de coloration a lieu comme dans les races monovoltines ; puis, si la température est convenable, après 15 jours, l'œuf devient blanchâtre et l'éclosion a lieu ; à 10° et au-dessous, les œufs se comportent comme ceux d'une race monovoltine.

Des chercheurs ont fait des essais destinés à provoquer un *bivoltinisme expérimental*. Liou-Tchang-Tcheng-Houa (28) s'est occupé de cette question et, de tous les agents extérieurs utilisés, il conclut que la chaleur conditionne ce phénomène ; il est parvenu à élever des races bivoltines ; mais, ces races peu stables, reviennent à l'univoltinisme dès que les conditions extérieures redeviennent normales.

On a réussi d'autre part à provoquer le bivoltinisme par immersion des graines dans un acide fort pendant trente secondes, puis lavage à grande eau ; d'après Sécrétain, cette action équivaudrait à une véritable oxydation, ce qui est confirmé en immergeant les œufs dans une atmosphère d'oxygène pur ; par contre, l'ozone semble sans action.

En faisant subir aux graines, vingt jours après leur ponte, une hivernation précoce, on les met en état d'éclore 40 à 50 jours après.

Le frottement des graines avec une brosse provoque

une éclosion d'autant plus régulière et abondante que l'on opère à une époque plus rapprochée de la ponte et que la pression exercée est plus forte.

Des œufs frais soumis par Verson pendant dix minutes à une pluie d'étincelles électriques éclosent complètement au bout de dix jours.

Enfin un brusque changement de température produit le même résultat : les graines sont immergées alternativement une dizaine de fois dans de l'eau à 50-60° et dans de l'eau froide ; on obtient ainsi 90 % d'éclosion.

Il est à remarquer que les races polyvoltines d'Extrême-Orient ne fournissent que de petits cocons grossiers.

La larve

Pour sortir de la coquille, la jeune larve la perce avec ses mandibules dans la région du micropyle, agrandit l'ouverture et avale les morceaux de coque.

Généralement, la larve apparaît hors de l'œuf entre quatre heures et dix heures du matin et, pour faciliter sa sortie, elle émet un fil de soie pour attacher la coque aux objets environnants. Immédiatement elle se met en quête de nourriture et son aliment prédestiné et préféré est le parenchyme de la feuille de mûrier. Douée d'une voracité extrême, dès qu'elle a trouvé l'aliment de son choix, elle commence à manger sans arrêt sauf, ainsi que nous le verrons plus loin, pendant ses crises de croissance.

Cette chenille très petite mesure environ deux millimètres de longueur et pèse en moyenne un peu plus d'un demi-milligramme. Sa cuticule brun foncé est couverte de tubercules garnis de touffes de 4 à 5 poils chacun. La tête est noire, très brillante, et apparaît fort distinctement.

Anatomiquement, elle est constituée comme la larve à sa taille maximum que nous étudierons ci-après.

Au bout de quelques jours pendant lesquels la larve ne fait que manger, digérer et excrémenter, son appétit paraît cesser ; le ver se fixe sur un support quelconque

(feuille de mûrier par exemple) au moyen de ses fausses pattes et de quelques fils de soie.

« Après quoi, il se fige en une attitude bizarre, com-« me hiératique, l'avant-train relevé vers le ciel, mais le « museau baissé entre les premières pattes, dans un air « de méditation profonde. Et il s'endort. » (*La grande leçon des petites bêtes*, Marcel Roland).

Au bout de 24 à 36 heures suivant la température ambiante, la peau se dessèche, se fend derrière la tête et la nouvelle chenille se débarrasse, s'extirpe de son ancienne peau : c'est la *première mue*.

Le ver reste alors immobile pendant trois à six heures en attendant que son nouvel appareil buccal acquiert une résistance assez grande. La peau est devenue grisâtre, paraît chagrinée et les touffes de poils et les mamelons qui les supportaient ont disparu. La tête est devenue aussi plus large.

Le second âge de la vie commence et la chenille se met à manger de plus belle, si bien qu'au bout de quelques jours, se sentant à nouveau à l'étroit dans sa nouvelle peau, une *seconde mue* se produit.

Sous nos climats, la larve du Bombyx mori passe ainsi par quatre mues successives ; cependant, ce fait n'est pas général : certaines chenilles ne subissent que trois mues avant de parvenir à leur taille maximum. Les races à trois mues vivent seulement en Extrême-Orient, tandis que celles à quatre mues vivent aussi bien en Extrême-Orient que dans nos contrées.

Les mues sont des phénomènes physiologiques complexes que nous étudierons plus loin lorsque nous aurons examiné l'anatomie complète de la larve.

Après la quatrième mue, au cours de la période qu'on appelle le cinquième âge, l'animal redouble d'appétit et, au bout de peu de jours, le développement maximum est atteint. Pendant les trente-deux jours environ qui se sont écoulés depuis l'éclosion, la longueur de la larve s'est multipliée par 30 à 40 : de deux à trois millimètres, elle mesure maintenant de six à neuf centimètres et elle pèse 9.000 à 10.000 fois plus qu'à la sortie de l'œuf.

Accroissement du ver à soie

	en longueur en m/m	en poids en grammes
Naissance.	3	0,00056
Au début du 2e âge	7	0,007
— 3e —	17	0,05
— 4e —	27	0,50
— 5e —	45	1
A la croissance maximum.	90	4

MORPHOLOGIE DE LA LARVE.

La larve du cinquième âge se présente comme un corps allongé et presque cylindrique, divisé en anneaux composé de trois parties bien distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. Sa coloration est généralement blanche, parfois foncée (vers moricauds), parfois son tégument est orné de rayures zébrées et de bariolures.

1° La *tête* est formée de deux hémisphères appelées *squasmes périétales*, entre lesquelles se trouve une partie triangulaire, la *squasme frontale*, présentant à sa base l'épistome adhérente et la lèvre supérieure.

Chaque squame pariétale porte à sa partie inférieure une antenne formée de trois parties articulées, couvertes de poils. Sur le côté, six petites proéminences lenticulaires disposées en arc-de-cercle constituent les yeux.

Sur la tête se trouvent :

a) deux mandibules chitineuses se mouvant dans le sens transversal ;

b) la lèvre inférieure, épaisse charnue, animée également de mouvements transversaux, et de deux petits organes de tact : les palpes maxillaires ;

c) sous la lèvre inférieure, encadrée de minuscules palpes labiaux, un petit mamelon conique pourvu d'un orifice à sa pointe : c'est la trompe soyeuse où aboutit la filière.

Entre les mandibules et les deux lèvres, s'ouvre la bouche.

2° Le *thorax* est formé de trois anneaux portant chacun une paire de pattes à trois articles terminées par une griffe pointue et recourbée ; ces pattes servent au ver à se cramponner à la feuille qu'il est en train de dévorer ; quoiqu'elles ne servent pas à la locomotion, ce sont les vraies pattes qui se retrouveront chez l'insecte parfait ; elles sont protégées par une couche de matière chitineuse.

Sur le deuxième anneau thoracique existent parfois des taches symétriques qui, constituant ce qu'on appelle le *masque*, diffèrent suivant les races de vers à soie.

3° *L'abdomen* comporte neuf anneaux ; cinq d'entre eux, les 3e, 4e, 5e, 6e et 9e, portant chacun une paire de fausses pattes rétractiles, armées chacune, sur son bord intérieur, d'une double rangée de petites griffes recourbées vers le haut ; ce sont de véritables crampons. Ces pattes qui servent à la propulsion de l'animal, ainsi qu'à son maintien très ferme aux objets auxquels il veut adhérer, disparaissent chez le papillon. Le nombre des crochets des fausses pattes augmente d'une mue à l'autre, de même d'ailleurs que les dentelures des mandibules.

Le 8e anneau porte dans sa partie dorsale un éperon vertical, sorte de corne recourbée vers l'arrière ; il constitue une simple ornementation.

Le ver à soie est recouvert d'une peau blanchâtre ou d'un gris jaunâtre, présentant parfois des taches noires ou rougeâtres, quelquefois même tigrées, des colorations plus ou moins foncées. Chez certains vers, nommés « moricauds », la peau est parsemée de petits points noirs très rapprochés. Chez d'autres races, la tête présente un véritable masque. Enfin des lunules se reproduisent sur le tégument de l'insecte parfait, peuvent décorer symétriquement plusieurs anneaux de l'abdomen ; ce ne sont que des ornements.

La peau est percée de neuf paires de stigmates, organes de la respiration, situés latéralement et symétriquement sur le premier anneau du thorax et sur les 1er, 2e, 3e, 4e, 5e, 6e, 7e et 8e anneaux de l'abdomen.

Le tégument et les mues de la larve.

Le tégument du ver à soie est constitué par une couche épidermique profonde appelée improprement *hypoderme*, recouverte d'une couche superficielle chitineuse, la *cuticule*, divisée elle-même en deux parties :

a) une région superficielle, homogène, plus ou moins hérissée de pointes et

b) une région interne présentant une structure lamellaire.

Les cellules de l'hypoderme engendrent la cuticule ; au fur et à mesure que celle-ci s'éloigne des parties profondes, elle prend de plus en plus l'aspect de lames chitineuses qui finissent par se souder entre elles pour constituer une pellicule superficielle morte.

L'aspect des cellules de l'hypoderme ne change pas pendant toute la durée de la vie de la larve : elles sont remplies de granulations et de pigments qui donnent aux vers leur couleur et secrètent des cristaux d'oxalate de chaux et d'urate d'ammoniaque, alors que la secrétion de ces derniers n'a pas lieu pendant les phases de nymphe et d'insecte parfait. Mais on en trouve alors dans les tubes de Malpighi ; cela tient à ce que le régime alimentaire a changé ; de végétarien, l'animal est devenu carnivore et les tubes de Malpighi jouent un rôle supplémentaire à celui de la peau.

La cuticule est hérissée d'aiguilles microscopiques qui la font paraître chagrinée et porte des poils creux qui seraient des organes de tact.

Au premier âge, la peau est parsemée de nombreux tubercules couverts de poils ; ceux-ci disparaissent en grande partie au cours des mues ; cependant chez certaines races, les tubercules persistent durant toute la vie larvaire.

Entre la cuticule et la nouvelle lame de même nature secrétée par l'hypoderme et qui formera la nouvelle surface externe du corps, s'amasse le *liquide exuvial* excrété par les glandes cutanées de la mue ou *glandes exuviales* ou glandes de Verson.

Il en existe quinze paires :

2 paires par segment des anneaux du thorax,

1 paire par segment des 7 premiers anneaux de l'abdomen,

et 2 paires dans le 8e segment.

Dans chaque anneau thoracique, les 2 paires de glandes comprennent une paire supérieure et une paire inférieure.

Ces glandes augmentent considérablement de volume au moment des mues.

La mue a été étudiée par Swammerdam en 1738, puis par Angelo Maestri en 1856, Weismann en 1864 et Herold en 1865. D'après les recherches plus récentes de Tahir Ertogroul en 1929 (15), la mue est le rejet par la larve de la cuticule de chitine rigide qui recouvre l'épiderme et constitue, par sa rigidité et son inextensibilité, un obstacle à l'accroissement de l'insecte. Cet auteur a étudié soigneusement le mécanisme de la mue ainsi que les transformations histologiques des tissus et physiologiques des organes.

Pendant la mue, le ver, tête relevée, se cramponne à un support ; le liquide exuvial est donc empêché de remonter vers celle-ci et la portion de cuticule du céphalothorax se dessèche et se brise sous l'influence de quelques tiraillements de la nouvelle tête ; la déchirure se produit au point de jonction du crâne d'avec le thorax et c'est par cette ouverture que le ver s'extirpe de son ancienne carapace. La sortie de l'ancienne peau est d'ailleurs amplement facilitée par la présence du liquide exuvial, véritable lubrifiant.

Les trachées, les parties antérieure et postérieure du tube digestif, les mandibules, la trompe soyeuse, les canaux excréteurs de la soie participent à la mue ; tous ces organes subissent une complète rénovation.

Immédiatement après le rejet de la cuticule, la surface nouvelle du corps est recouvert d'un liquide qui devient de plus en plus dense et finit même par cristalliser. Ces cristaux sont constitués par un mélange d'oxalates, d'urates et de carbonates.

Contrairement aux conclusions de Tahir Erto-

groul (15), d'après Louise Lespéron (25), le liquide exuvial ne contiendrait pas d'urates et ceux trouvés par celui-là seraient d'origine uniquement malpighienne.

En effet, pendant la mue, les tubes de Malpighi peuvent difficilement déverser leurs urates dans l'intestin postérieur et s'engorgent. Au moment où la vieille cuticule se décolle de la nouvelle, grâce à la présence du liquide exuvial, l'intima de l'intestin postérieur se décolle également et les tubes de malpighi se déchargent brusquement de leur contenu (Schenk 50) ; les contractions du ver pour sortir de sa vieille cuticule refoulent alors les cristaux d'urates dans le liquide exuvial.

D'après certains auteurs, la fixation par un fil de soie est indispensable pour permettre à la mue de s'effectuer ; ils ont expérimenté en plaçant la chenille prête à muer sur une plaque de verre ; la fixation n'ayant pu avoir lieu, la mue aurait été rendue impossible et l'animal est mort prisonnier de son ancienne carapace. D'autres auteurs admettent au contraire que la fixation par les crampons des pattes et seule indispensable, puisque des vers dont la filière est cautérisée au micro-cautère peuvent abandonner leur vieille cuticule.

Physcologie de la larve.

La dissection du ver à soie sous l'eau présente les organes habituels de ce genre de chenilles :

1° *L'appareil digestif* se compose d'un tube s'étendant dans toute la longueur du ver : il peut se diviser comme suit :

a) l'intestin antérieur, court, de diamètre réduit, comprenant le pharynx et l'œsophage ; partant de la bouche, il traverse la tête et le premier anneau ;

b) l'intestin moyen ou estomac, volumineux, allongé jusqu'au 9e anneau ; on peut y considérer trois parties à peu près égales :

1. le mésointestin antérieur, ne fournissant aucune sécrétion,

2. le mésointestin moyen,

et 3. le mésointestin postérieur, tous deux fournissant des sécrétions digestives alcalines ;

c) l'intestin postérieur comprenant :

1. l'intestin grêle où débouchent les tubes de Malpighi,

2. le cæcum ou région absorbante, qui reçoit les matières non digérées et agit mécaniquement sur la digestion par le moyen des fibres musculaires contractiles,

et 3. le rectum ou région évacuatrice, dont la paroi est tapissée d'une épaisse cuticule.

Toute la paroi musculaire du tube digestif est doublée à l'intérieur par une pellicule chitineuse qui fait suite à celle de la peau : adhérente et plissée dans l'œsophage et l'intestin, lisse et flottante dans l'estomac.

En annexe, près de la bouche pourvue d'une langue chargée de favoriser la déglutition, se trouvent les glandes salivaires, placées de chaque côté du pharynx, en avant duquel elles débouchent à droite et à gauche. La salive est un liquide visqueux de réaction acide qui transforme l'amidon des cellules végétales en dextrine et en sucre.

L'estomac au contraire secrète un liquide alcalin qui agit sur les matières albuminoïdes pour les transformer en peptones.

Le liquide nutritif formé par la digestion des aliments passe par endosmose dans le sang.

2° *L'appareil respiratoire* est constitué par les trachées ou tubes aérifères, sortes de canaux très ramifiés qui débouchent à l'air libre par les stigmates ; la fente stigmatique toujours ouverte recouvre deux lèvres mues par des muscles et constituant de véritables sphincters.

La trachée se compose d'un long tube de 3/10es de m/m de diamètre environ, s'étendant sur toute la longueur des flancs du ver et recevant l'air par les neuf stigmates ; des trachées secondaires se ramifient à l'infini et distribuent l'oxygène à tous les organes et viscères et

au sang. Mais, c'est la peau du ver qui laisse exhaler l'anhydride carbonique et la vapeur d'eau provenant de la combustion respiratoire ; l'eau, ainsi expulsée, très abondante, provient aussi en partie de l'eau ingérée avec les aliments.

Malpighi, avec une plume, plaçait une goutte d'huile sur chacune des 18 ouvertures des stigmates : l'animal mourait asphyxié en quelques minutes. Réaumur démontrait que l'expiration de l'air se fait au contraire par toute la surface de la peau en plongeant un ver vivant dans l'eau : on voit de nombreuses bulles d'air se former sur toutes les parties du corps.

Le mécanisme respiratoire du ver n'est manifesté par aucun mouvement rythmique ; l'inspiration et l'expiration sont commandées par des contractions musculaires de tout le corps, amenant l'expansion ou la compression des canaux aérifères.

En 1849, Regnault a recherché la quantité d'oxygène absorbé par les vers dans l'acte respiratoire en opérant sur 1 kg de larves. Verson et Quajat ont repris ces expériences à la station séricicole de Padoue et déterminé la quantité d'anhydride carbonique produit et expulsé par la peau pendant une heure par le même poids de vers. Il résulte de ces expériences que l'activité respiratoire du ver à soie est très intense : il faut donc lui fournir abondamment l'oxygène qui lui est nécessaire et faire en sorte que la proportion d'anhydride carbonique dans l'air ne soit pas supérieure à 1/1000. Cependant les vers peuvent supporter sans périr des proportions élevées d'anhydride carbonique, d'anhydride sulfureux, de chlore et peuvent séjourner jusqu'à quatre à cinq heures dans l'eau.

3° *L'appareil circulatoire* comporte un vaisseau dorsal, parallèle au tube digestif et placé au-dessus de lui ; il s'étend de la tête au rectum et présente une série de renflements ; élargi à sa base en forme de bulbe, il va en se rétrécissant jusqu'à la partie céphalique.

Le sang baigne toute la cavité intérieure et se répand dans toute l'organisme et autour des trachées où il se charge d'oxygène. Le sang revivifié, rejeté vers la partie postérieure du corps pénètre dans le vaisseau dorsal en

traversant une membrane osmotique pelliculaire. Sous l'action de muscles spéciaux, disposés symétriquement de chaque côté du vaisseau et fixés sur l'enveloppe dermique un peu au-dessus des stigmates et appelés à cause de leur forme « ailes du cœur », les renflements du vaisseau dorsal se contractent les uns après les autres, environ 40 à 50 fois par minute à la température de 25°, de façon à faire progresser le sang d'arrière en avant. Parvenu au niveau de la tête où débouche largement le vaisseau, le liquide nutritif se répand à nouveau dans la cavité générale.

Le sang est un liquide limpide, incolore ou légèrement coloré en jaunâtre ou verdâtre suivant les races, noircissant rapidement à l'air, à réaction acide. Les globules sanguins sont pâles et de formes et de grandeurs variables. On a pu différencier, après coloration, des macronucléocytes, des micronucléocytes, des œnocytoïdes et des cellules à sphérules ; la proportion et le nombre de ces différentes cellules, les vacuoles des noyaux varient suivant l'âge de la larve et la période de la mue.

Notons que la température du corps de la larve est voisine de la température extérieure. Donc, il y a compensation entre la chaleur dégagée par la combustion et celle absorbée.

4° Le *système nerveux*, placé sous le tuge digestif, est constitué par une série de treize paires de ganglions rattachés les uns aux autres par un double cordon de fibres nerveuses : une paire de ganglions œsophagiens, une paire de ganglions sous-œsophagiens et une paire de ganglions par anneau. Ces ganglions sont plutôt des amas de cellules nerveuses d'où partent des filaments qui constituent les nerfs.

Ce système nerveux central est sans action sur le tube intestinal et sur les appareils respiratoire et circulatoire.

A côté de ce système central existe un système sympathique composé de plusieurs petits ganglions dont l'un, le frontal, est situé au-dessus et en avant du renflement œsophagien. Sur la face dorsale de l'intestin, se trouvent quatre ganglions avec des filets nerveux qui agis-

sent sur l'appareil digestif. Doublant la chaîne ganglionnaire principale, deux filets nerveux aboutissant aux stigmates constituent les nerfs respiratoires. Enfin en avant du vaisseau dorsal, des ganglions spéciaux envoient des nerfs qui agissent sur l'appareil circulatoire.

5° Le *système musculaire* comprend des fibres pouvant se contracter ou se relâcher sous l'influence du système nerveux. Il est constitué de muscles striés et de muscles lisses.

Les premiers, agissant sous l'influence de la volonté de l'animal, les plus importants en nombre, se présentent sur trois assises différentes : la première, sous la peau, comprend 268 muscles courts pour actionner les pattes ; la seconde, plus profonde, est composée de 198 muscles plus allongés, manœuvrant les contorsions du corps ; la troisième enfin compte 110 muscles longitudinaux.

Comme chaque muscle est formé de 8 faisceaux en moyenne, le ver à soie possède donc 4.300 muscles striés élémentaires.

Les muscles lisses ou involontaires agissent sur le tube intestinal et sur le vaisseau dorsal.

6° *L'appareil excréteur* est constitué par les tubes de Malpighi. Ces organes dont la découverte est due à Malpighi en 1669, ont fait l'objet d'une étude approfondie de Yao-Nan en 1928 (74). D'après les conclusions de cet auteur, ce ne sont pas des organes hépatiques, comme on l'a cru longtemps, mais des organes urinaires, car ils secrètent un liquide composé d'urates, d'oxalates, de leucine, etc..

Les tubes de Malpighi sont disposés symétriquement en deux groupes de chaque côté du tube digestif et chaque groupe comprend deux parties :

1. la partie proximale commune, se divisant elle-même en trois régions :

a) le pédicule, sorte de petit tronc, court, primitif,

b) la vésicule, présentant un gonflement piriforme, plus ou moins ovoïde ; c'est un réservoir urinaire ;

c) un étranglement.

Cette partie serait un véritable prolongement intestinal pourvu d'un pouvoir d'absorption.

2. la partie distale, ramifiée, formée de trois branches et de six tubes en tout ; ce sont les tubes excréteurs proprement dits ; chaque branche est divisée en trois segments : le segment montant, le segment descendant et le segment terminal.

C'est dans le segment descendant que la fonction excrétoire est la plus active.

Chaque groupe de tubes est attaché solidement au tube digestif au moyen de petits tubes trachéens et de filaments de tissu conjonctif.

Cet organe extrait du sang les produits de désassimilation lesquels sont soit dissous dans le cytoplasme, soit transformés en dérivés.

7° Les *organes des sens* sont plus ou moins développés :

Le toucher existe grâce aux poils d'origine chitinienne dont sont garnis les palpes maxillaires, labiaux, l'extrémité des appendices locomoteurs et surtout des antennes.

La vue paraît très réduite : la larve possède douze yeux simples ou ocelles constitués chacun par une cellule unique. Il semble que la vue ne s'étende pas au-delà d'un centimètre de distance.

L'ouïe paraît nulle.

L'odorat semble presque inexistant : en effet, le ver se nourrit malgré les vapeurs sulfureuses ou de formol répandues dans les locaux d'élevage.

Le goût existe certainement puisque l'animal paraît préférer certaines feuilles de mûrier plutôt que d'autres ; les organes de gustation seraient disposés dans la bouche.

8° Les *organes de reproduction*, quoique la fonction soit nulle à ce stade de la vie du Bombyx mori, sont amorcés.

Extérieurement, il est facile d'ailleurs de distinguer à l'œil nu la larve qui donnera naissance au papillon mâle de celle qui deviendra le papillon femelle : en effet, sous la face ventrale des 11e et 12e anneaux, au cours du quatrième et surtout cinquième âge, on peut distinguer chez la femelle quatre petits mamelons, quatre petits cercles minuscules ponctués en leur milieu, disposés deux à deux ; ce sont les futurs orifices des organes femelles (Signe de Ishiwata 1904).

Les organes sexuels sont déjà amorcés : ils sont constitués dès la naissance de la larve par les capsules génératrices ou corps réniformes, dont le contenu est déjà différenciable au microscope.

Enfin, entre les interstices des viscères, le tissu adipeux est formé de lobes remplis de globules graisseux, amas de cellules adipeuses groupées sur un arbre trachéen qui en est le support. La chrysalide et le papillon pourront vivre grâce à la réserve alimentaire constituée de matières grasses, de glycogène et de matières albuminoïdes.

Les glandes séricigènes et la soie.

Les glandes séricigènes sont constituées par deux longs tubes brillants, sinueux, placés de chaque côté du tube digestif, entre l'intestin et la paroi inférieure et latérale du corps et s'étendant depuis la tête jusqu'au quart postérieur de la chenille.

La partie de la glande la plus éloignée de la tête est incolore ou peu colorée ; elle présente une douzaine de flexuosités et mesure, étendue, de 15 à 20 cm. chez la larve mûre ; son diamètre est d'un millimètre. L'extrémité, en cul-de-sac, se trouve au niveau du 8e anneau abdominal. C'est la partie secrétrice de la glande.

La partie moyenne, renflée, constitue le réservoir de la soie ; elle présente seulement deux flexuosités et mesure, étendue, de 6 à 8 cm. de longueur ; son diamètre est 4 à 5 fois plus grand que celui du tube secréteur. Le réservoir présente une teinte blanche, jaune ou verte, suivant les races de vers.

La partie antérieure, très fine, longue de 3 à 5 cm., forme le tube excréteur, dont la lumière est de 3/10 de mm. au débouché du réservoir, mais va s'effilant vers la tête.

Les tubes de chacune des deux glandes se réunissent au niveau de la tête dans un canal commun, d'un diamètre de 3/10 de mm., s'amincissant vers son débouché. Les brins de soie, issus de chaque glande, s'y accolent sans se fusionner pour former la bave.

Au canal commun succède la filière qui traverse la lèvre inférieure pour aboutir à la base de la trompe soyeuse.

La presse est un petit organe chitineux, situé dans la lèvre inférieure ; elle a pour mission de comprimer la bave et de lui donner sa forme, d'en régulariser le débit et d'en régler l'épaisseur au gré de l'animal. La bave, issue au dehors par la trompe soyeuse, mesure 20 μ de largeur sur 10 μ de hauteur.

A l'endroit de la réunion des deux tubes excréteurs, deux petites glandes multilobées appelées « glandes de Filippi » ou glandes de Lyonet, débouchent dans le canal commun.

D'après Haberlandt, le poids des glandes soyeuses varie avec l'âge de la manière suivante :

A la 1re mue	Milligramme	0,5
— 2e mue	—	0,7
— 3e mue	—	7
— 4e mue	—	10,8
A maturité	—	458

Chez certaines races, le poids total des glandes séricigènes peut atteindre les deux cinquièmes du poids de la chenille mûre.

Les glandes séricigènes sont maintenues en place par les lobules adipeux et par les nombreuses ramifications des trachées prenant leur origine à chaque stigmate.

Sur une coupe transversale, les glandes soyeuses présentent trois assises différentes :

1° à l'extérieur, une membrane basale très fine, transparente, élastique et très résistante, à la surface de laquelle se trouvent de grandes cellules à noyau ramifié ; elle enveloppe complètement l'organe ;

2° une membrane moyenne constituée par une seule couche d'éléments plats à noyau plus ou moins filamenteux, ramifié, fragmenté, sans nucléole ; ces cellules de forme hexagonale enveloppent chacune exactement la moitié de l'organe tubulaire et sont d'épaisseur variable ;

3° une membrane interne, l'intine, différenciée dans les trois parties de la glande où elle présente des épaisseurs plus ou moins grandes :

a) dans la région secrétrice, l'intine assez développée est formée de deux épaississements filiformes qui s'entrecroisent ;

b) dans le réservoir, la membrane, mince et unie, est renforcée par des filaments circulaires ;

c dans le tube excréteur, l'intine est constituée d'un épais revêtement de chitine, véritable cuticule, de couleur brune, avec des stries concentriques. Cette structure se prolonge d'ailleurs dans la filière.

Les glandes séricigènes contiennent une matière semi-fluide qui, excrétée, se solidifie immédiatement à l'air ; c'est la soie.

D'après les recherches les plus récentes, la soie est une substance complexe qui ne semble formée par aucune catégorie spéciale d'organites actuellement connus [25]. Ses constituants sont probablement retirés du sang par la cellule séricigène tout comme les cellules hépatiques fabriquent le glycogène à partir du glucose puisé dans le sang. On pense que cette synthèse serait aidée par l'oxydation énergique dont sont le siège les glandes séricigènes grâce aux trachées.

L'azote de la matière soyeuse n'a d'autre source que l'azote contenu dans la feuille de mûrier ; la proportion de cet élément dans les excréments diminue avec l'âge et surtout à partir de la quatrième mue ; il y a donc, dès cette époque, grande accumulation d'azote dans le

ver et, par conséquent, grande accumulation de matière soyeuse.

D'après L. Lespéron (25), la soie serait une substance d'excrétion, mais non pas une substance de déchet, provenant de la désintégration incomplète de protides. Non rejetée à l'extérieur, elle ne constituerait pas un toxique pour le ver, mais à peine parfois une gêne, peut-être simplement d'ordre mécanique. La soie n'est d'ailleurs pas indispensable aux mues et à la métamorphose de l'animal : en effet, la cautérisation de la filière au micro-cautère produit une rétention complète de l'excrétion de la soie et l'animal peut poursuivre son évolution. D'ailleurs, certaines chrysalides se forment accidentellement ou non sans cocon.

Par hydrolyse, la soie livre plusieurs acides aminés : elle est formée de *fibroïne*, de grès ou *séricine* et de mucus ou *mucoïdine*.

La *fibroïne* serait secrétée dans l'intérieur des cellules du tube secréteur sous forme de granulations qui s'accumulent dans le protoplasme et se réunissent en petites masses visqueuses ; celles-ci suintent à travers la paroi de la cellule et tombent dans la lumière du tube où elles fusionnent pour former un cylindre homogène. La fibroïne est insoluble dans les solutions alcalines même chaudes ; les solutions salines concentrées (de bromure de lithium notamment) la dissolvent à la longue en opérant à l'ébullition ; les solutions sont peu stables.

La fibroïne est une albumine qui, chauffée fortement, se boursoufle en répandant l'odeur de corne brûlée, caractéristique des substances azotées ; il reste un charbon friable et cassant donnant des cendres blanches composées de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer $Fe^2 O^3$ et d'alumine.

La fibroïne a un aspect transparent et homogène ; d'après P.-S. Yac, sa composition serait la suivante :

Glycine	40,5 %
d-Alanine	25 %
l-Tyrosine	11 %
l-Leucine	2,5 %
Acide l-Aspartique	2,8 %

Le *grès* ou *séricine* ne serait produit que dans le réservoir où il entoure la fibroïne ; c'est une substance plus oxygénée que cette dernière ; son aspect est trouble et granuleux ; il présente plus d'affinités pour les matières colorantes que la fibroïne et est soluble dans les solutions alcalines chaudes.

La *mucoïdine* se forme entre le grès et la paroi de la glande sériciqène, dans la partie antérieure du réservoir ; elle paraît faciliter le glissement du fil dans le tube excréteur ; son affinité pour les matières colorantes est encore plus grande que celle du grès.

Dans les glandes soyeuses, la soie est semi-fluide ; au sortir de la trompe, elle se prend en masse ; cette solidification, qui serait due à une fixation d'oxygène, a été comparée à la coagulation sanguine.

D'après Eikiti Hirazuma, sous l'influence de l'action purement mécanique due à la compression par la filière, les molécules en suspension se rapprocheraient et s'uniraient pour produire la solidification. Cette théorie paraît un peu surprenante : en perçant le réservoir au moyen d'une pointe de micro-cautère, ce qui aurait pour résultat de provoquer l'issue de la soie en évitant la compression, on devrait obtenir l'écoulement d'une matière semi-fluide ; or la solidification se produit quand même instantanément à l'air.

Seule la fibroïne se solidifie, le grès reste plus mou et soude entre eux les deux fils de fibroïne pour former la bave ; mais, tout en durcissant à l'air, ces fils conservent une élasticité très appréciable.

Pour filer, la chenille fixe le bout de la bave sur un support quelconque choisi et elle étire le fil par éloignement de la tête du point de fixation.

Ce fil tel qu'il est émis présente du dehors au dedans une couche de vernis, puis une couche de mucoïdine, ensuite l'enveloppe de grès plus ou moins colorée, soluble dans l'eau alcaline bouillante et, enfin, un axe massif, incolore, de structure fibrillaire, plus résistant aux alcalis : c'est la vraie soie ou fibroïne.

Les matières colorantes, suivant les races de vers à soie, sont extraites du sang et élaborées dans le réservoir.

Les glandes annexes de Filippi sont formées de cellules polynuclées rameuses ; elles fournissent une sécrétion acidophile d'apparence peu fluide, qui assurerait l'adhérence des brins de soie, tout en lubrifiant l'intérieur de la trompe.

Le cocon

Quelques jours après la quatrième mue, lorsque le ver a atteint sa taille maximum, sa voracité s'apaise : il s'isole, vide son intestin, erre sur les feuilles et les branches de mûrier qui le supportent et cherche à grimper. Son corps qui était opaque et présentait une teinte verdâtre due à la présence de chlorophylle dans le tube digestif, devient cireux, diaphane, translucide. Chez les races à cocon jaune, l'extrémité caudale prend une coloration jaune ; chez celles à cocon blanc, une nuance d'un blanc d'albâtre. Ces teintes se répandent ensuite dans tout le corps.

Le poids de la chenille diminue d'environ un gramme, par suite de la vidange presque complète de l'intestin et d'autophagisme.

La larve cherche un endroit propice au coconnage ; certains vers s'installent n'importe où ; mais, en général, ils choisissent un lieu présentant trois points d'appui et un support. Le ver s'arrête, s'installe sur ce dernier, laisse échapper une goutte d'excrément liquide (constitué par du bicarbonate de potasse d'après Péligot), le seul qu'il évacue pendant toute sa vie larvaire. La chenille commence alors à secréter un fil de soie qui, dès son émission, adhère aux objets qu'il touche. En promenant sa tête par un mouvement de va-et-vient presque ininterrompu entre les trois points d'appui, la larve s'enferme dans une première enveloppe extérieure, vaporeuse, sorte de cage très légère. Puis l'animal tisse le cocon proprement dit, enveloppe ovoïde à contexture infiniment plus serrée, dans laquelle il disparaît peu à peu aux yeux de l'observateur : d'abord gaze transparente, le tissu s'épaissit graduellement et devient opaque.

Le réseau irrégulier enveloppant le cocon est formé par le premier fil émis et est toujours blanc, même chez les races à cocons colorés ; c'est la bourre.

La bave soyeuse forme un brin continu : si le ver s'interrompt de filer pour une raison quelconque, il est incapable de reprendre son ouvrage qui reste inachevé. Certains vers, au lieu de s'enfermer dans un cocon, vomissent leur fil de soie tout en cheminant ou en recouvrent une surface plane ; dans ces deux cas assez rares, ces vers appelés « vers tapissiers » se transforment en chrysalides à nu.

La larve travaille jusqu'à épuisement de ses glandes soyeuses par plaques formées de nombreux fils ; le cocon entier serait constitué de 60.000 fils et nécessite de trois à quatre jours pour être achevé, si la température oscille autour de 25°.

Comme pour se ménager un tissu plus douillet au contact de son corps, le ver garnit l'intérieur du cocon d'une soie encore plus fine, mais moins serrée. La larve blottie dans son abri a diminué de grosseur ; elle est repliée sur le ventre, sa peau s'est plissée.

Suivant les races, le cocon peut être blanc, jaune, vert, rose ; il peut être de forme ronde, ovale, étranglée dans le milieu comme un fruit d'arachide. La soie peut être plus ou moins fine, de plus ou moins bonne qualité ; la longueur du fil peut atteindre de 1.000 à 1.200 mètres.

Le cocon terminé pèse moins que le ver qui lui a donné naissance ; la perte par transpiration se monte à environ 50 %. Il est formé en moyenne comme suit :

Soie	14,3 %
Bourre et dépouille	0,7 %
Chrysalide	16,8 %
Eau	68,2 %

La chrysalide

Enfermé dans son cocon qui l'abrite de toutes les intempéries et du froid, le ver à soie va y subir une cinquième mue et une métamorphose.

La cinquième mue consiste en un raccourcissement et en un changement de forme. Au bout de 5 à 6 jours, la peau se fend et, entraînant toutes les pièces buccales et les pattes, est repoussée vers l'arrière de l'abdomen en

un petit paquet qui se dessèche et subsiste dans le cocon. Un nouvel être emmailloté, la chrysalide, apparaît.

Au sommet, s'aperçoit distinctement l'ébauche de la tête : une plaque blanchâtre avec deux boules qui deviendront les yeux à facettes du papillon et deux rudiments d'antennes. Les trois segments du thorax ont fusionné pour former un robuste corselet portant de nouveaux organes : les ailes repliées et recouvrant la face ventrale jusqu'au septième anneau en laissant au sommet un espace libre en forme de cœur, dans lequel les antennes et les trois paires de pattes repliées sont disposées symétriquement. L'abdomen est annelé, ce qui lui permet d'exécuter des mouvements de torsion. Les premières paires de stigmates subsistent sous forme de fentes linéaires. En réalité, ce ne sont pas les futurs organes que l'on voit, mais plutôt les étuis dans lesquels ces futurs organes se formeront.

La peau prend un aspect cireux, se ride et devient transparente ; les pattes et l'éperon ont disparu ; le ver s'est incurvé. La chrysalide est d'abord molle et humide, jaune-clair, puis le liquide qui la recouvre se dessèche et forme une sorte de vernis brun doré et brillant.

La chrysalide semblerait un cadavre si, dès qu'on la touche, ne se produisait de légers mouvements des six derniers anneaux de l'abdomen ; elle est un être vivant, car elle assimile, secrète certaines substances et exhale de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau en quantités notables.

Réaumur a renouvelé sur les chrysalides les expériences faites sur les larves : en immergeant des chrysalides dans l'eau, il vit bientôt des bulles d'air s'échapper des stigmates antérieurs ; en raréfiant l'air au-dessus du vase, il accélérait la sortie des bulles qui ne s'effectuait plus ici par toute la surface de la peau, comme chez la larve, mais seulement par les stigmates.

De plus, en plongeant dans l'huile la moitié antérieure de plusieurs chrysalides, elles périssaient toutes rapidement. Au contraire, si on plonge la moitié postérieure, elles n'en souffrent pas, même après un séjour d'une heure. C'est donc un moyen simple de localiser les stigmates à la surface du corps.

La chrysalide est beaucoup plus délicate que la che-

nille en ce qui concerne les fonctions respiratoires : si on entasse des cocons dans un espace hermétiquement clos, la masse s'échauffe considérablement, puis les chrysalides meurent par asphyxie ; la plupart des gaz et vapeurs leur sont nuisibles : on peut les tuer rapidement en soumettant les cocons à des vapeurs d'anhydride sulfureux, d'ammoniaque, d'hydrogène sulfuré, de sulfure de carbone, de camphre, d'alcool ou de fumée de tabac.

La température a une action importante sur l'activité vitale de la chrysalide. Par un refroidissement à 10-12°, elle subit un arrêt complet de développement pour ne se transformer en papillon qu'au printemps suivant. A 2°, elle peut vivre jusqu'à un an ; à 0°, elle périt au bout de quatre mois. Mais, à — 10° pendant 48 heures et si on la réchauffe progressivement à 20°, la sortie du papillon s'effectue. Ces phénomènes n'ont rien de surprenant puisque les nymphes libres de Bombyx résistent l'hiver à des froids rigoureux pour se transformer en papillon aux premiers jours de chaleur.

A 20-25°, les chrysalides de nos races indigènes deviennent insectes parfaits en 20-21 jours ; à 30-35°, en air humide, en 15-18 jours ; à 55-60°, la mort survient après 10 heures ; à 75°, la mort est instantanée.

A l'intérieur de la chrysalide s'opère une refonte totale de tout l'organisme. Tout d'abord, une histolyse des tissus due à l'action de grosses cellules phagocytes se produit ; les tissus et organes se désagrègent en une bouillie qui, examinée au microscope, se présente sous l'aspect d'une infinité de cellules. Puis s'opère une réorganisation, véritable histogénèse : dans chaque anneau, se trouvent des centres de formation, cellules autour desquelles s'effectue ce travail : ce sont les *disques imaginaux*, dépendances de l'hypoderme larvaire : il y a, par exemple, des disques imaginaux dans la tête pour les antennes, les ocelles, etc. ; dans les anneaux du thorax, pour les ailes, les pattes, etc. ; dans tous les anneaux, pour les nouveaux téguments, etc... Les tissus et organes se reconstituent ainsi, mais totalement différents de ceux de la larve.

La chaîne des ganglions nerveux se raccourcit. Les pulsations du vaisseau dorsal, qui occupe toujours la longueur du corps, deviennent rares. L'œsophage porte sur

le côté un renflement ou jabot qui contiendra un liquide alcalin. Le contenu de l'estomac d'abord liquide deviendra gluant et de couleur jaune-orangé. L'intestin se divise en deux parties : un tube long, dans lequel débouchent les tubes de Malpighi, et le cæcum ; dans ce dernier se trouvent les matières excrémentielles excrétées par les tubes de Malpighi : elles sont constituées par une masse rougeâtre contenant de l'urate d'ammoniaque et qui sera évacuée par le papillon dès sa sortie. Les glandes salivaires s'atrophient de même que les glandes soyeuses.

Le développement le plus important est celui des organes reproducteurs. Chez la chrysalide mâle, les capsules germinatives se sont différenciées en deux testicules avec chacun un canal déférent ; ces deux canaux se déversent dans deux poches, les vésicules séminales, accompagnées de deux glandes accessoires. Les vésicules se prolongent par un conduit unique, le canal éjaculateur à l'extrémité duquel se trouve l'organe copulateur ou pénis.

Chez la chrysalide femelle, les capsules germinatives ont donné naissance à deux séries de quatre tubes ovariques ; chacune de ces séries se continue par une trompe ou oviducte pair ; puis les deux oviductes pairs se réunissent pour former l'oviducte commun dont l'orifice extérieur ou vagin est situé au-dessous de l'anus. Le long de l'oviducte commun débouchent les conduits de la bourse copulatrice, du réceptacle séminal et des glandes du vernis.

Cette complète transformation, déjà ébauchée dans la chrysalide de 5 à 6 jours, dure de 15 à 18 et même 20 jours suivant les races et la température.

Chez la chrysalide d'âge avancée, tous les tissus se raffermissent et une nouvelle pellicule chitineuse est sécrétée : elle constituera la nouvelle peau de l'insecte parfait avec ses poils écailleux plus ou moins dentés.

La durée du papillonnage augmente avec le froid et diminue par la chaleur et, au bout de 18 jours en moyenne, dans la coque restant de l'ancienne chrysalide, existe un papillon tout formé.

Le papillon

A l'époque révolue, la chrysalide semble plus molle et ne réagit plus quand on la touche ; ses yeux deviennent plus noirs ; puis la peau devenue moins adhérente, plissée et comme flétrie, se dessèche, se fend vers la partie dorsale du céphalo-thorax et l'insecte parfait apparaît et se débarrasse de son enveloppe parcheminée qui va rejoindre au fond du cocon celle provenant de la cinquième mue.

Le papillon vomit alors les quelques gouttes contenues dans son jabot ; ce liquide alcalin humidifie, puis ramollit les fils du cocon, car il dissout le grès et libère les brins de bave. A partir du moment où le liquide tache l'extrémité du cocon, la venue au jour de l'insecte demande environ dix minutes. La matière soyeuse s'humecte et devient légèrement transparente ; on devine, puis on aperçoit plus distinctement deux points noirs (les yeux) qui s'approchent, puis disparaissent. Et c'est la tête aidée par la première paire de pattes qui s'arcboute sur la partie ramollie du cocon ; celle-ci se creuse petit à petit, l'insecte se repose, puis recommence ses efforts ; la matière soyeuse s'amincit, suinte, les fils de soie s'écartent et on voit alors le papillon pousser avec la tête et la partie supérieure du thorax ; une fois les deux premières pattes libérées, celles-ci s'accrochent extérieurement au cocon et tirent peu à peu le reste du corps hors de sa cage : c'est en somme un véritable accouchement avec présentation par la tête !

La naissance a généralement lieu entre 5 heures et 10 heures du matin.

La sortie de l'insecte femelle est parfois très pénible, l'orifice étant trop étroit pour laisser passer l'abdomen gonflé d'œufs ; par la pression, la poche cæcale se vide alors dans le cocon et le volume ainsi réduit s'extirpe plus facilement.

Il est à remarquer spécialement que, quoi qu'on l'ait affirmé maintes fois, le fil de soie du cocon n'est pas coupé par le lépidoptère qui est d'ailleurs dépourvu de tout outil susceptible de pratiquer une telle incision ; les brins de soie sont simplement écartés.

A sa naissance, le papillon est humide ; les ailes plis-

sées, repliées, recroquevillées autour du thorax, se détendent peu à peu et se déssèchent sous l'effet d'un très léger frémissement ; puis elles se placent plus ou moins à plat suivant les individus ; cette mise en état dure environ une demi-heure.

Le jabot vide se remplit d'air ainsi que les trachées. Le papillon évacue par l'anus le liquide rougeâtre contenu dans le cæcum.

Tout le corps de l'animal est recouvert de poils écailleux qui sont les prolongements des cellules épidermiques ; ces poils sont imbriqués surtout sur les ailes et paraissent constituer un tissu de panne blanchâtre. Eventuellement, les lunules de la larve se retrouvent chez l'insecte parfait.

La tête du papillon, ovoïde, présente deux gros yeux noirs sur les faces latérales ; au-dessus et en arrière, se dressent deux antennes recourbées en arc, creusées d'un canal et garnies de barbes fines ; dans ce canal existent des muscles, des trachées et un nerf spécial. Les antennes sont plus fortement pectinées chez le mâle que chez la femelle. Ce sont des organes de l'odorat qui permettent au mâle de percevoir à distance la présence d'une femelle. Si on coupe les antennes, le mâle ne s'agite plus en présence d'une femelle.

Les yeux présentent chacun environ 10.000 facettes (6.236 seulement d'après Müller), chacune d'elles étant constituée par un cristallin allongé communiquant par un filet nerveux avec la rétine.

Le thorax peut être divisé en trois parties :

1° le prothorax, portant deux pattes à hanches séparées du tronc et à mouvements indépendants, et une paire de stigmates ; 2° le mésothorax et 3° le métathorax, soudés ensemble et portant chacun une paire d'ailes et une paire de pattes ; les ailes du mésothorax sont plus grandes que celles du métathorax et recouvrent presque complètement ces dernières de formes plus arrondies. A leur point d'insertion, les ailes antérieures présentent une petite lanière courte, appelée paraptère.

L'abdomen comporte neuf anneaux, unis par une membrane délicate, les sept premiers ont chacun une paire de stigmates cachés d'ailleurs dans la toison de poils.

Chez les mâles, les anneaux sont rentrés l'un dans l'autre, tandis que chez les femelles avant la ponte, les membranes sont très distendues par les œufs.

Le neuvième anneau du papillon mâle est constitué par une sorte de ceinture chitineuse, très dure avec deux pointes mobiles recourbées en forme de crochets. Au milieu de cette ceinture, apparaît l'orifice anal, au-dessous duquel on distingue l'ouverture par où passera le pénis. Le neuvième anneau peut se rétracter complètement dans le huitième.

Chez le papillon femelle, le neuvième anneau est boursouflé en trois lobes volumineux ; celui du milieu conique et fendu verticalement constitue l'orifice de l'oviducte, lequel est protégé par une plaque chitineuse ; au-dessus de cette fente, se trouve l'anus ; au-dessous, près du bord du huitième anneau, une troisième ouverture en forme de demi-lune qui est la poche copulatrice. Autour de l'oviducte, la peau forme deux ampoules transparentes qui deviennent turgescentes avant l'accouplement.

Le dimorphisme sexuel des papillons réside surtout dans la grande différence de poids qui atteint et dépasse parfois 50 % en faveur des femelles, alors que cette différence de poids n'atteint que 25 % chez les chrysalides et 17 % chez les vers du cinquième âge. La différence de taille est moins précise dans la plupart des cas. Le dimorphisme pondéral se retrouve d'ailleurs dans les cocons (Maillot et Lambert) et chez les larves (56).

Le tube digestif n'a plus pour fonction d'assimiler les aliments. L'œsophage est entouré du sac à air à parois musculeuses qui, par son gonflement, facilite l'expulsion des matières contenues dans la poche cæcale. Les glandes soyeuses sont complètement atrophiées.

Toute la fonction du papillon consiste en la reproduction de l'espèce. Sauf exception, le mâle ne peut voler ; la femelle très lourde ne se déplace qu'à peine et attend très patiemment, même plusieurs jours, l'accouplement.

Les organes reproducteurs sont ceux de la chrysalide avec cette différence que, chez la femelle, les anneaux de l'abdomen sont gonflés par la masse d'œufs contenus dans les ovaires.

Chez le mâle, ces organes sont composés de deux testicules, deux canaux déférents, deux vésicules séminales accolées en un conduit éjaculateur unique terminé par un bout rigide pouvant saillir au dehors (pénis ou verge).

Les organes femelles sont un peu plus compliqués : les tubes ovariques viennent aboutir dans deux oviductes qui se fusionnent en un seul, le vagin ; celui-ci reçoit le canal de la poche copulatrice laquelle communique avec l'extérieur, puis le canal de la vésicule séminale accessoire et, un peu plus bas, le canal amenant le produit de deux glandes spéciales qui secrètent le vernis destiné à enrober l'œuf au passage.

Dès que le mâle est averti par ses antennes de la présence d'une femelle, il tourne en rond en frétillant des ailes ; son abdomen se recourbe horizontalement de façon à présenter latéralement son ouverture postérieure. Cette sorte de valse, qui paraît être la technique amoureuse chez le Bombyx mori, dure quelques minutes ; puis il se dirige vers la femelle, laquelle conserve généralement tout son calme, et il applique le bout de son abdomen, plus ou moins gauchement sur celui de sa partenaire. Les crochets copulateurs se fixent contre les parois de l'anneau terminal de la femelle ; le pénis pénètre dans la poche copulatrice où s'écoule et s'accumule le sperme.

Suivant la température, l'accouplement dure de 8 à 10 heures et parfois plus ; d'autres fois, il est très court, moins d'une heure ; mais, dans ce cas, le mâle est capable de renouveler son exploit plusieurs fois, en ménageant ou non un court temps de repos. L'accouplement se prolonge souvent très longtemps et, si on laissait faire le mâle, il resterait accroché jusqu'à l'épuisement de la femelle qui serait alors incapable d'expulser la totalité des œufs de son oviducte.

A 25°, après une heure et même une demi-heure, la poche copulatrice a reçu plus de 20 millions de gamètes mâles, quantité plus que suffisante pour féconder tous les œufs d'une femelle.

Au-dessous de 15°, l'accouplement n'a pas lieu et les mâles paraissent indifférents à la présence des femelles.

Les spermatozoïdes, déversés en masses globuleuses ou spermatophores dans la bourse copulatrice par l'intermédiaire de l'orifice d'accouplement, vont s'accumuler dans le réceptacle séminal ; au fur et à mesure que les œufs défilent dans l'oviducte, ils sont fécondés.

Aussitôt après le désaccouplement, parfois au bout de quelques heures seulemennt, la femelle se met à pondre sans aucun ordre ; avant d'être rejetés à l'extérieur, les œufs sont enduits d'un vernis provenant des glandes spéciales ; celui-ci englobe tout l'œuf dont il obture le micropyle et fait adhérer la ponte sur l'objet où elle se produit, dans la nature, sur l'écorce de mûrier.

Cependant les œufs de la race de « Bagdad » sont dépourvus de vernis (œufs non adhérents) et, de plus, la soie des cocons contient très peu de grès. On ne sait actuellement s'il y a corrélation entre ces deux caractères ; si cela était, il serait avantageux d'obtenir et de multiplier des races à œufs non adhérents.

La moyenne de ponte est cinq cents œufs émis en une quarantaine d'heures.

La durée de la vie du Bombyx à l'état ailé varie de 24 heures à 25 et même 30 jours ; elle est généralement de 12 jours, pendant lesquels l'animal ne prend aucune nourriture et vit au dépens des réserves de tissu graisseux que la larve a accumulées ; il évacue des excréments liquides très riches en acide urique. Le papillon respire très activement par les stigmates et d'autant plus que la température est plus élevée. Il vit tant qu'il n'a pas épuisé toutes ses réserves.

La durée de vie varie suivant les races : en général, elle est plus longue pour les grosses races que pour les petites. Par exemple, à 25°, les petits papillons des races chinoises et japonaises ne vivent que 5 à 6 jours, tandis que ceux des grosses races vivent jusqu'à 12 jours ; ceux-là ont en effet plus d'activité, dépensent plus et possèdent moins de réserves que ceux-ci.

La température influe également. Ainsi, des papillons éclos en novembre d'un élevage automnal ont vécu jusqu'à 45 jours. Des papillons d'un même lot, éclos le même jour et maintenus les uns à 25-27°, seront vivants le dixième jour ; les autres, à 35-38°, seront morts le cin-

quième jour. Au-dessous de 10°, les fonctions vitales paraissent suspendues.

En général, on peut conclure que l'augmentation de température active les fonctions vitales en diminuant la durée de la vie.

Ainsi s'achève le curieux cycle de vie du Bombyx mori, pendant lequel il a subi cinq mues et une métamorphose ; son poids et sa taille ont varié dans des proportions considérables ainsi que l'indiquent les chiffres ci-dessous d'après Dandelo :

Poids des graines donnant naissance à 36.000 larves	25 gr.
Poids à la naissance	17 gr.
— à la sortie de la 1re mue	255 gr.
— — 2e —	1.598 gr.
— — 3e —	6.800 gr.
— — 4e —	27.676 gr.
— à la plus grande taille	161.500 gr.
— à la maturité	131.920 gr.
— des cocons (472 au k°)	76.250 gr.
— des chrysalides seules	66.300 gr.
— des papillons	99.865 gr.

(En supposant que la répartition des sexes soit égale).

SÉRICICULTURE

La sériciculture est l'industrie agricole qui a pour but l'élevage du ver à soie en vue de la production de son cocon.

Historique

L'idée d'élever des vers à soie, de dévider les cocons pour en utiliser le fil et de tisser des étoffes de soie revient, d'après la tradition, à l'Impératrice chinoise Si-Ling-Chi, épouse de l'Empereur Hoang-Ti, qui régnait 2.700 ans avant notre ère. Pendant des siècles, l'éducation du Bombyx mori constitua un art sacré auquel devaient se livrer les impératrices et les femmes nobles. Cette industrie fut ainsi tenue secrète pour l'étranger pendant plus de vingt siècles et la soie tenait lieu de monnaie d'échange dans le pays qui monopolisait ainsi le commerce de ce textile à son plus grand profit ; car des lois sévères punissaient de mort quiconque aurait divulgué à des étrangers les procédés de dévidage ou exporté les œufs du Bombyx et les graines de mûrier hors du territoire.

Une princesse chinoise ayant épousé un roi d'une contrée de l'Asie centrale aurait cependant emporté en cachette des graines de vers à soie et l'industrie se serait étendue de cette manière vers le Sud-Ouest.

En 126 avant J.-C., à la suite d'une expédition chinoise vers un empire fondé dans le voisinage du royaume des Parthes, la soie pénétra en Perse et dans l'Inde.

Puis, quelques décades plus tard, les souverains chinois, après avoir vaincu les Huns, envoyèrent vers l'Occi-

dent une expédition militaire destinée à ouvrir plus largement les marchés commerciaux de l'Asie centrale et antérieure.

Ainsi s'établit la grande voie de la soie qui était fréquentée dès le 1er siècle avant J.-C. : les caravanes des marchands chinois remontaient le Fleuve Jaune, longeaient le désert de Gobi et atteignaient le Khotan, grand centre du commerce de la soie, où elles rencontraient les expéditions des négociants grecs ; ces dernières rejoignaient leur pays par le Sogdiane, la mer d'Aral qui communiquait alors avec la mer Caspienne, le Phase et le Pont-Euxin. Plus tard, une route plus courte fut utilisée par le Sogdiane, le Bactriane, la Médie et la Syrie pour aboutir à Antioche.

La soie apparut ainsi dans l'Empire Romain vers le milieu du Ier siècle avant J.-C. L'usage des vêtements de soie, portés d'abord uniquement par les souverains, se répandit peu à peu et, à Rome, les jeunes nobles et les hommes eurent le luxe de se vêtir ainsi. Tacite, Sénèque, Martial, Juvénal, font mention de ces costumes.

Les Anciens croyaient que la fibre de soie se récoltait sur des arbres, probablement à la manière du coton. Ce n'est qu'à partir du IIe siècle après J.-C. qu'ils commencèrent à entendre parler du ver à soie, dont les Chinois gardaient d'ailleurs toujours jalousement le secret.

Cependant, vers le Ve siècle, le Japon s'empara de l'industrie de la soie et, en 552, deux moines du Mont Athos, allant prêcher le Christianisme dans les régions voisines de la Perse et encouragés par l'Empereur Justinien, se rendirent dans le Nord de l'Inde pour y chercher des graines de vers à soie, qu'ils rapportèrent à Byzance.

L'élevage du ver à soie se répandit alors de proche en proche dans le monde méditerranéen, notamment en Grèce, puisque le Péloponèse perdit son nom pour prendre celui de Morée, pays du mûrier. De la Grèce, cette industrie se répandit dans toute l'Asie Mineure, surtout en Syrie. L'industrie de la soie était florissante en Perse au VIe siècle et très prospère chez les Arabes du VIe au XIIe siècle. Au VIIIe et au IXe siècles, ils l'introduisirent dans tous les pays sous leur domination et notamment en Sicile,

sur les côtes d'Afrique et en Espagne, alors occupée par les Maures.

De là, la sériciculture s'étendit à la Calabre et à la Haute-Italie, puis au Midi de la France.

D'après Chobaut (8), des tissages de soie ont existé en France au XIIIe siècle, mais la soie grège était importée d'Italie et d'Espagne. On ignore la date exacte de l'introduction de l'élevage du Bombyx mori dans notre pays ; des éducations existaient probablement en Province et dans le Comtat-Venaissin ; mais on ne trouve pas trace de textes probants.

Cependant, on sait que les premiers mûriers blancs furent plantés près de Montélimar au XVe siècle, tandis que les mûriers noirs existaient dès le Ve siècle.

D'autre part, dans un acte notarié daté du Gard en 1296, on a trouvé le nom d'un ouvrier « trahendier », c'est-à-dire tireur de soie. Il y avait donc des élevages dans la région à cette époque.

Plus tard, on retrouve dans diverses archives des traces de l'existence de la sériciculture : tirage de fil, vente de graines, achats de cocons, etc...

Le plus ancien centre de l'élevage du ver à soie était Anduze, dans le Gard.

Au XIVe siècle, le centre régional du commerce de la soie était Montpellier où l'on rencontrait les marchands et les teinturiers ; mais la production intérieure était loin d'être suffisante et il fallait importer de grosses quantités de soie grège. Une industrie de tissage existait en Avignon et était surtout alimentée par des achats d'Italie et d'Espagne.

Quoi qu'il en soit, l'activité était assez ralentie jusqu'au XVe siècle.

Autour de 1540, la culture du mûrier blanc progresse autour de Salon et d'Aix ; Henri II en 1551 l'encourage et aussitôt la région qui borde les Cévennes parut très favorable ; vers la fin du XVIe siècle, on rencontrait beaucoup d'élevages dans cette contrée.

Puis, au siècle suivant, Henri IV et Sully apportent leur appui très puissant à la sériciculture qui fait ainsi de nouveaux progrès.

C'est l'époque des travaux restés célèbres d'Olivier de Serres qui déclare dans son ouvrage fameux « Théâtre de l'Agriculture et Mesnage des Champs », paru en 1600 : « Le ver à soie a été ordonné par Dieu pour vêtir les Rois et les Princes ».

Henri IV fit planter de nombreux mûriers dans diverses régions, notamment à Paris, aux Tuileries, où il fit installer des magnaneries, des filatures et un moulinage. Les prêtres et les nobles, pour être agréables au souverain, plantaient des mûriers et élevaient des vers à soie.

Sully fit planter des mûriers le long des routes du royaume et distribuait des primes en argent à ceux qui élevaient avec soin le précieux insecte.

A la mort du roi, la sériciculture subit un temps d'arrêt, puis partit d'un nouvel essor avec Colbert. Ce ministre voyant l'importance des achats de cocons que la France faisait à l'étranger, fit instituer des primes : tout pied de mûrier planté et vivant trois ans donnait droit à une prime de 24 sols. Grâce à ces encouragements, les mûriers furent plantés en grandes quantités, les filatures et les moulinages se multiplièrent partout, surtout dans les Cévennes.

Au XVIII^e^ siècle, les mûriers se multiplient surtout dans les provinces du Languedoc, de la Provence et dans le Comtat ; mais l'élevage indigène ne couvre pas le quart des besoins. L'industrie très prospère subit un grand coup lors de la révocation de l'Edit de Nantes : nombre de familles protestantes s'occupant de l'éducation du ver à soie et du tissage s'expatrient en Suisse et en Allemagne où s'établissent précisément à cette époque des fabriques de soieries.

Puis l'élevage des vers à soie reprend peu à peu ainsi que l'industrie de la soie. Louis XV^e^ encourage la sériciculture qui va en progressant jusqu'en 1790 : à cette époque, la France produisait plus de 6 millions de kilogs de cocons frais.

Au XIX^e^ siècle, un fléchissement se produit pendant les guerres de la République et de l'Empire. La paix rétablie, la production augmente sans cesse jusqu'en 1853. A cette époque, on pratiquait la sériciculture dans 63 départements français et la production de cocons frais atteï-

gnait le chiffre-record de 26 millions de kilogs. Puis, la pébrine sévissant dans de nombreuses magnaneries, il y eut une chute brutale de la production.

Cette maladie détruisit en quelques mois les élevages malgré les soins attentifs dont ils étaient l'objet et cela le plus souvent lorsque les vers avaient atteint leur complet développement, que toutes les dépenses étaient faites et que l'agriculteur allait recueillir le fruit de ses travaux.

Les graines indigènes donnant des échecs complets, les séricieulteurs durent s'adresser successivement à l'Italie, la Turquie, la Roumanie, la Chine, le Japon. Mais le fléau semblait suivre les pas des négociants qui allaient au loin chercher des graines saines. Le découragement des populations séricicoles était extrême ; partout on arrachait les mûriers. Les pertes subies en France par suite de la maladie ont été estimées à plus de deux milliards. Plusieurs députés et sénateurs appelèrent l'attention du Gouvernement Impérial sur la détresse des départements séricicoles. Le rapport au Sénat par J.-B. Dumas (9 juin 1865) et le rapport à l'Empereur par le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics (19 juillet 1865) sont deux documents qui font bien connaître la gravité du fléau et les mesures qui furent prises pour l'écarter. Le Gouvernement eut recours à la Science et Pasteur fut prié d'aller étudier les moyens de combattre la terrible maladie sur les lieux mêmes où elle sévissait avec le plus d'intensité. Mais il fallut toute l'insistance de Dumas, son maître et ami, pour décider Pasteur à entreprendre des recherches sur les causes de la pébrine. Les vers à soie atteints portaient des taches brunâtres ressemblant à des grains de poivre : d'où le nom donné à la maladie, du mot languedocien « pébré », poivre.

Pasteur se rendit à Alais (Gard), département le plus important de tous pour la culture du mûrier et celui où la maladie était développée d'une façon intense. Il commença par faire table rase de tous les soi-disants remèdes qui avaient été proposés et se préoccupa surtout d'en connaître l'origine : après cinq ans de patientes recherches (1865-70), il trouva la double solution du problème de la pébrine.

Grâce à cette découverte, nos belles races indigènes

des Cévennes, du Roussillon, des Alpes et du Var, qui avaient presque complètement disparu, purent être régénérées et multipliées. On abandonna bientôt les « cartons » japonais (graines apportées sur des cartons estampillés dans leur pays d'origine, afin d'éviter la fraude), de prix très élevé, dont les graines donnaient un résultat très problématique, un très faible rendement en cocons et une qualité de soie médiocre.

Après 1870, grâce à Pasteur, la sériciculture sortait d'une crise qui avait failli la perdre : les agriculteurs qui n'avaient pas arraché leurs mûriers pouvaient de nouveau élever avec succès des vers à soie et vendre leurs cocons à des prix rémunérateurs. Une industrie nouvelle se développa, celle du « grainage », fournissant des graines saines de nos races indigènes, non seulement aux magnaneries françaises mais encore à l'étranger.

Mais, un peu plus tard, une nouvelle crise surgit avec plusieurs causes :

1° par suite de la facilité des transports, la filature s'approvisionna en Italie, Syrie, Perse, régions dans lesquelles les cocons provenant des graines françaises étaient de qualité égale aux nôtres, mais de prix inférieur ;

2° par suite du changement de mode, les étoffes de soie furent déclassées et le prix des cocons s'abaissa progressivement ;

3° une autre industrie agricole, la viticulture, qui venait de traverser la crise phylloxérique, se reconstituait et donnait des bénéfices attrayants. Bien des propriétaires arrachèrent leurs mûriers pour créer des vignobles.

L'élevage des vers à soie fut de plus en plus délaissé et les filatures se fermèrent. Les Pouvoirs Publics, justement émus de cet état de choses, instituèrent dès 1892 les primes à la sériciculture et à la filature.

Malgré les encouragements officiels, la production de la soie en France n'a fait que décroître depuis 1911. Si bien qu'actuellement, l'éducation du ver à soie ne se pratique plus guère que dans trois départements : le Gard, l'Ardèche et la Drôme et la production française est tombée

en 1942 à 450.000 kilogs de cocons frais, près de 60 fois moins qu'en 1853.

Actuellement, les industries séricicoles sont susceptibles de se développer favorablement grâce aux notions que nous a fait connaître Pasteur et, après lui, les savants auxquels ses découvertes ont ouvert la voie : en France, Duclaux, Maillot, Lambert et G. Coutagne, de Lyon, qui, par 10 ans de patientes recherches, a trouvé le moyen d'améliorer considérablement la soie des cocons. Les études de ce savant sur l'hérédité chez les vers à soie, si intéressantes au point de vue scientifique, sont en même temps un guide des plus précieux pour l'industrie du grainage. En Italie, Verson et Gujat ont puissamment contribué au progrès de la sériciculture.

Introduction

L'*éducation de ver à soie* poursuit deux buts différents :

1° ou bien l'obtention de cocons que l'on dévidera pour retirer le fil de soie propre à la filature et au tissage ;

2° ou bien l'étirage des glandes sécrigènes des larves en crins utilisables pour la pêche et pour la chirurgie.

Dans le premier cas, l'éleveur cherche à obtenir de beaux cocons lourds, formés d'un long fil fin, de belle qualité, cocons dont la vente aux industries de la soie sera rémunératrice.

Dans le second cas, le sériciculteur élevera des races spéciales à glandes sécrigènes très développées dont l'étirage, au moment propice de la montée, fournira un long crin utilisable, d'un diamètre régulier.

Enfin d'autres éleveurs spécialisés poussent l'éducation jusqu'à l'éclosion des papillons mâles et femelles dont l'accouplement permettra la production des œufs nécessaires à la sériciculture ; c'est l'industrie du *grainage*.

Nous étudierons l'éducation des vers à soie ainsi qu'elle est pratiquée à l'heure actuelle dans la majorité des magnaneries françaises, c'est-à-dire en vue de l'obtention des cocons ; mais l'œuf étant le point de départ nécessaire, nous débuterons par l'étude du grainage. Quant

à l'industrie du crin de Florence, vu son importance au point de vue pharmaceutique, elle fera l'objet d'un chapitre spécial.

Elevage du ver à soie

Pour parvenir à élever les Bombyx du mûrier dans le but d'en récolter la soie, on conçoit qu'il ne peut s'agir de surveiller les arbres afin de se saisir des cocons au moment opportun ; l'éducation de certains vers à soie se fait bien dans la nature en Chine, mais l'évolution de l'insecte, sous nos climats, serait en effet trop sujette aux variations de température et dépendrait trop des ennemis que tout être vivant trouve en ce pauvre monde : oiseaux, autres insectes, microbes, champignons, etc...

C'est pourquoi, depuis cinquante siècles, l'homme a domestiqué le Bombyx mori. Dans le Midi de la France, l'élevage est pratiqué dans les « magnaneries » par les « magnaniers ». Ces mots proviennent du terme « Magnan », qui signifie « mangeur » en patois provençal et désigne le ver à soie du mûrier ; c'est évidemment à son appétit dévorant que la larve du Bombyx mori doit cette appellation.

Le terme savant pour désigner cette éducation est Sériciculture (de sericum = soie et colere = cultiver) ; d'où découlent les mots : Sériciculteur, séricicole, sérigène, etc...

Nous préférons certainement la dénomination régionale qui conserve toute sa saveur locale, tout le goût du terroir de la Provence et des derniers contreforts des Cévennes, qui nous fait revoir en imagination un soleil ardent et radieux chauffant à blanc les toits plats de toiles à la coloration passée, les alignées de mûriers plus ou moins anciens, les points d'exclamation de quelques cyprès centenaires barrant verticalement l'horizon.

Le terme « Sériciculture », par contre, nous remet en mémoire la Station Séricicole d'Alès où nous fûmes si cordialement accueilli, ses laboratoires clairs pourvus de tout le matériel de recherches moderne, ses chambrées modèles d'élevage avec leur odeur spéciale de feuilles

fraîches de mûriers. Et nous ne pouvons oublier qu'à côté du microscope à immersion au 1/18e, muni des derniers perfectionnements pour l'ultravision sur fond noir, existe, dans une vitrine de la bibliothèque, un appareil d'optique tout modeste, à statif droit, à objectif unique et à platine fixe : le microscope qu'utilisa Pasteur de 1865 à 1869 dans sa lutte victorieuse pour sauvegarder les magnaneries françaises ruinées par la pébrine.

Voici très rapidement exposés les grands traits de l'élevage du ver à soie :

Les œufs du Bombyx mori ne peuvent éclore, sauf de rares exceptions, avant l'hiver sous nos climats ; ils doivent subir l'action de la chaleur pendant l'été, puis du froid pendant l'hiver suivant. A la mi-avril, ils sont soumis à l'incubation artificielle ; les larves écloses, nourries de feuilles fraîches de mûriers, dont la culture se fait autour des établissements d'élevage, subissent leurs mues. Lorsque les vers ont atteint leur maturité, on leur présente des rameaux de bruyère sur lesquels ils grimpent pour y tisser leur cocon ; celui-ci recueilli est livré à la filature.

Tel qu'il est indiqué ci-dessus en quelques lignes l'élevage du ver à soie se rapproche beaucoup de ce qui se passe dans la nature ; mais, pratiqué sans soins, le résultat sera très irrégulier et très aléatoire. Des siècles d'expérience ont fourni aux séricieulteurs un empirisme suffisant pour obtenir un profit intéressant de leur travail ; mais, depuis une soixantaine d'années, de gros efforts ont été faits pour améliorer et rationaliser cette industrie plutôt artisanale et familiale : des écoles de magnanerie ont été organisées ainsi que des chambrées d'élevage modèles ; des recherches scientifiques ont été et sont effectuées par des laboratoires officiels dépendant du Ministère de l'Agriculture ; de nombreuses coopératives ont été fondées, etc...

Même apportant tous ses soins à l'élevage, le magnanier est sujet à d'autres déboires : en effet, l'éducation en commun de nombreuses larves est susceptible de provoquer des maladies dont il faut absolument éviter la propagation et ce n'est que par une surveillance attentive de jour et de nuit qu'on peut obtenir des vers robustes et sains.

Il faut donc pendant toute la durée de l'élevage réunir un certain nombre de conditions que nous allons successivement passer en revue en indiquant, au fur et à mesure, les procédés utilisés par les magnaniers modernes pour « réussir » leurs cocons.

Pour étudier ces conditions, nous suivrons l'ordre établi dans une brochure de propagande officielle distribuée aux instituteurs par le Comité National de la Sériciculture et intitulé « Le Ver à soie du mûrier » (78).

Conditions techniques et physiologiques de l'élevage

La condition primordiale pour obtenir un bon élevage est d'utiliser des graines sélectionnées.

L'éducateur ne doit jamais produire lui-même ses graines, ce qui ne lui occasionnerait que déboires dus à la dégénérescence et, par conséquent, à la maladie ; les œufs lui seront fournis par des établissements dits « de grainage », placés maintenant sous le contrôle de l'Etat.

Le contrôle des graines était réclamé en France depuis longtemps par les milieux agricoles et on avait fait remarquer l'anomalie qu'il y avait à laisser le sériciculteur désarmé contre les tromperies de négociants peu scrupuleux qui vendaient comme bonnes de mauvaises graines, tandis que l'agriculteur était à l'abri des fraudes sur les engrais et les semences. Le contrôle établi il y a quelques années n'est pas obligatoire, mais facultatif ; cependant, la plupart des graineurs se sont empressés de l'accepter.

La direction du contrôle était confiée à deux inspecteurs : les directeurs des Stations séricicoles d'Alès et de Draguignan. Chacun d'eux est chargé du contrôle dans sa région et a sous ses ordres les contrôleurs.

Avant la récolte, le graineur fournit au Directeur du contrôle la liste de ses éleveurs de reproduction ; le Directeur fait visiter ces éducations par ses contrôleurs qui signalent les défauts graves observés, de façon que les cocons produits soient écartés de la reproduction. Par des visites inopinées, par une surveillance et des examens microscopiques fréquents, le rôle des contrôleurs est d'empêcher la mise au grainage de lots de cocons dans les-

quels la mortalité serait élevée (supérieure à 4-6 %) ; ils surveillent également le choix des cocons : aucun lot corpusculeux ne peut être mis au grainage autrement qu'en cellules. Le contrôleur assiste aux pesées de la graine (tolérance 3 % en plus) ; puis il prélève sur chaque lot une pincée de graines qu'il remet à la station séricicole dont il dépend, afin que la valeur de la graine puisse y être constatée. Cette mesure est celle qui donne le plus de garantie au contrôle et empêche le graineur peu scrupuleux de tromper la vigilance du contrôleur.

La graine est répartie en boîtes de carton rondes percées de trous et scellées d'une bande de contrôle de l'Etat portant le nom et l'adresse du producteur et du vendeur, le poids net en grammes et la race de la graine contenue. Chaque boîte contient 25 grammes, plus un supplément de 2 grammes destiné à compenser la perte de poids par transpiration. La bande de contrôle officielle tricolore qui est une garantie pour l'éleveur français, a aussi permis de supprimer pour les graines d'exportation l'examen, pas toujours très loyal, que l'on faisait à l'arrivée dans les pays d'importation et qui donnait souvent lieu à de nombreuses contestations.

Le grainage.

C'est la préparation industrielle des œufs ou graines en vue de l'éducation de l'année suivante.

L'importance de la bonne production de la graine est très grande : c'est de sa qualité que dépend le succès des chambrées futures, car les maladies graves, ainsi que l'a démontré Pasteur, sont héréditaires ; de plus, tous les caractères d'une race ou d'un individu (vigueur, couleur, forme, structure du cocon, richesse en soie) sont transmis d'une génération à l'autre.

Le graineur, par des sélections successives et continues, doit s'efforcer d'obtenir des graines produisant des vers sains et robustes, qui donneront un rendement élevé en cocons riches en soie de bonne qualité. Mais il ne faut pas s'attacher à améliorer et à multiplier une race unique pour en faire une sorte de panacée universelle, car il y a l'influence des régions, certaines convenant mieux que d'autres à telle espèce.

La France envoie des graines dans presque tout le monde sériciccole ; les graineurs doivent s'efforcer de maintenir et de développer ces débouchés par la supériorité de leurs produits, favorisés qu'ils sont par une situation unique : climat, qualité de la feuille, isolement des éducations.

Mais la préparation de la graine ne consiste pas seulement à recueillir les œufs pondus ; elle vise à conserver les types des races, à en améliorer la valeur et la robustesse, à accroître la richesse soyeuse des cocons par des croisements judicieux, enfin par une sélection méthodique et des croisements raisonnés, à obtenir une amélioration des éducations. Des études nombreuses ont été entreprises à ce sujet par de nombreux chercheurs ; de plus, l'Ecole d'Agriculture de Montpellier enseigne tous les ans un cours de Sériciculture, avec travaux pratiques, sanctionné par le diplôme officiel de « Sériciculteur-Graineur ».

La sélection des graines de vers à soie selon le procédé indiqué par Pasteur consiste :

1° à sélectionner les chambrées afin d'obtenir l'exclusion des éducations atteintes de flacherie ;

2° à sélectionner les papillons pour éliminer les pontes des femelles corpusculeuses, c'est-à-dire atteintes de pébrine, ainsi que nous le verrons plus loin.

Le but de l'industrie de grainage est double :

1° produire la graine destinée à la vente et dont les cocons iront à la filature : c'est le *grainage industriel* ;

2° sélectionner les reproducteurs destinés à perpétuer l'espèce ; c'est le *grainage de reproduction*.

Sont propres au grainage toutes les régions où les conditions climatériques, la qualité de la feuille, le bon soin des éleveurs sont une garantie de succès. Cette industrie est localisée dans plusieurs départements : Var, Hautes et Basses-Alpes, Pyrénées-Orientales, Gard, Bouches-du-Rhône et Vaucluse où les chambrées sont isolées et de peu d'importance.

La graine doit provenir d'individus sains ; la mise en cellules et l'examen microscopique permettent de s'assurer qu'ils le sont. Mais les prix de vente relativement peu

élevés ne permettent pas de faire toute la graine de cette manière et, pour pratiquer le grainage industriel plus économiquement qu'en cellules, les graineurs ont dû chercher les régions où les vers avaient le moins de chance d'être contaminés : ils ont choisi les parties des départements ci-dessus, qui sont des régions montagneuses, de petite culture et où les magnaneries sont situées dans des fermes très distantes les unes des autres. Ces petites éducations sont toutes réservées au grainage ; faites avec des graines de reproduction, elles sont sûrement indemnes.

Le sériciculteur-graineur, si l'écoulement de ses graines est de quelque importance, ne peut élever lui-même tous les vers nécessaires à la production des cocons dont il a besoin ; il a recours aux petites magnaneries et place ses graines dans des régions de climat différent, de façon que le décocconnage, ainsi que la sortie des papillons, soient échelonnés sur un certain laps de temps.

Les éducateurs reçoivent gratuitement la graine, s'engagent à l'élever à l'exclusion de toute autre et avec tous les soins voulus : espacement, aération, etc... Seul, le graineur a le droit de visiter l'éducation et ses instructions doivent être scrupuleusement suivies ; le contrat stipule que les cocons seront tous livrés au graineur moyennant un prix convenu à l'avance. Pendant les visites fréquentes qu'il fait à ses éducations, le graineur note exactement les dates d'éclosion, de chaque mue, de la montée, etc. L'examen comparatif de ces notes lui permet de se rendre compte de la valeur de chacune des variétés qu'il fait élever et aussi de classer les éducations par ordre de mérite.

Le grainage industriel exige certaines opérations préliminaires que nous allons étudier successivement :

1. *Choix des lots* : dès la montée, on élimine les éducations ayant présenté quelque défaut grave ou des symptômes de maladie. Mais comme la pébrine ne peut être reconnue par simple examen des vers, on opère ainsi : 3 à 4 jours avant le déramage, on prélève quelques centaines de cocons dans un lot ; cet échantillon est porté à l'étuve à 30-35° en vue d'activer la formation des papillons. Puis, de deux en deux jours, les corpuscules sont recherchés dans une dizaine de chrysalides au moyen du microscope : si, jusqu'au 20e jour, on aperçoit un

nombre même faible de corpuscules, on peut être certain que la proportion des papillons corpusculeux sera considérable et tout le lot est à rejeter.

2. *Réception des cocons* : ceux-ci sont déramés 12 jours après la montée des derniers vers, de façon que les chrysalides soient toutes bien formées ; les cocons doubles, les faibles et ceux des derniers vers montés sont mis à part pour la filature. Le poids des cocons comparé à celui de la graine distribuée établit le rendement qui permet le classement du lot.

3. *Examen des cocons et des chrysalides* : les cocons sont étendus sur de grandes claies dans des salles bien aérées ; un nouvel examen microscopique est effectué sur un échantillonnage. On recherche la proportion des cocons fondus et défectueux.

4. *Détermination de la richesse en soie* : nécessaire pour connaître approximativement la valeur commerciale du produit obtenu, elle est pratiquée par la méthode de Coutagne ; c'est le rapport r du poids p de la coque au poids P du cocon ; or la détermination de r n'aura de valeur que lorsqu'on connaîtra l'âge de la chrysalide, c'est-à-dire le nombre de jours écoulés depuis la montée.

Pour cette détermination, on pèse de 30 à 100 cocons, soit P ; on ouvre et on extrait la chrysalide ; on pèse les coques vides, soit p ; ce dernier chiffre reste invariable, *mais* P varie avec l'âge de la nymphe. Les différents lots expérimentés n'étant pas forcément du même âge, il faut calculer ce que serait le poids P à une date où les lots seraient exactement comparables. G. Coutagne a choisi le septième jour avant l'éclosion des papillons et il admet que les chrysalides perdent chaque jour 0,75 % de leur poids. Il suffit donc de noter la date de l'expérience et celle de la sortie des papillons pour chaque lot.

Mais cette détermination ne donne pas la valeur absolue en soie grège qui seule intéresse le filateur ; il faut tenir compte de la structure des cocons, de la finesse des fils de soie, de la façon dont ils sont filés. Mais, toutes ces choses égales d'ailleurs, il est certain que les cocons donneront un rendement d'autant plus grand que r sera lui-même plus élevé.

5. *Second triage* : les cocons sont étendus sur des tables et des ouvrières expertes écartent les faibles, les fondus, les mal conformés, en un mot, tous ceux qui s'éloignent du type désiré et qui ont pu échapper au premier triage chez l'éducateur.

On peut être amené ensuite à classer les cocons suivant leur sexe futur, afin de recueillir un nombre sensiblement égal de papillons mâles et de papillons femelles ; une machine électrique très délicate et très sensible se charge automatiquement de l'opération ; elle est basée sur le principe suivant : les cocons femelles, dont les chrysalides sont chargés d'œufs, sont en général plus lourds que les cocons mâles. Cette sélection peut d'ailleurs être pratiquée au trébuchet en opérant comme suit : on calcule le poids moyen d'un cocon, les cocons plus légers seront en majorité mâles, les plus lourds seront en majorité femelles.

6. *Classement des lots* : il s'opère d'après les notes prises en cours d'éducation, soit après la réception des cocons ; les reproducteurs seront choisis uniquement parmi les lots irréprochables à tous les points de vue.

La sélection des cocons à la lumière de Wood est également pratiquée ; les cocons non fluorescents dans ces conditions sont éliminés, car les cocons fluorescents fournissent une soie meilleure, comme nous l'étudierons ci-après.

Dans le grainage industriel, pour recueillir les papillons sortant des cocons, trois procédés différents sont le plus généralement employés dans nos régions :

1. *Le procédé à la filane* : après le triage, une ouvrière enfile les cocons en chapelets de 138 à 140 en les piquant superficiellement au milieu de leur longueur sans blesser la chrysalide : les cocons sont ainsi accouplés deux à deux parallèlement. Les filanes de même longueur sont liées par deux. Une bonne ouvrière enfile de 1 à 2 kilogs par heure suivant que le nombre des cocons au kilog varie de 400 à 800. Toutes les filanes sont suspendues dans la salle de grainage qui doit être bien aérée et groupées par lots. Le procédé demande beaucoup de main-d'œuvre.

2. *Le procédé de la lyre* consiste à employer deux cadres de bois verticaux traversés dans un sens par des ficelles équidistantes et tendues d'un côté à l'autre ; les lyre, on détend tout le système de ficelles et les cocons sion les maintient par le milieu. Pour débarrasser une lyre, on détend tout le système de ficelles ett les cocons tombent sans avoir subi aucune avarie et, s'ils sont rejetés du grainage, ils seront acceptés par la filature alors que ceux des filanes ne pourront plus servir. Le matériel est assez coûteux, mais le ramassage des papillons est commode et rapide. La lyre est encore appelée « guitare » ou « harpe ».

3. *L'appareil E. Bérengier* (1898) consiste en deux cadres en bois avec treillage métallique reliés par des crochets et maintenus à un écartement variable de 3-4 cm. suivant la grosseur des cocons ; chaque cocon se trouve en contact avec le grillage et le papillon peut sortir entre les mailles. Chaque cadre peut contenir 5-6 kilogs de cocons. Ces cadres sont suspendus dans les salles de grainage et les papillons sortent sur la partie externe du grillage où les ouvrières peuvent facilement les ramasser.

En Extrême-Orient, les cocons sont placés en une seule couche dans des paniers en bambou superposés sur des supports en bois ou en bambou. Chaque panier contient 2-5 kilogs de cocons et est très maniable pour le ramassage des insectes ailés. Paniers et supports sont peu coûteux, mais de vastes locaux sont nécessaires.

Avec les cadres et les paniers, l'examen microscopique au lieu de se faire sur les chrysalides, peut s'effectuer sur les premiers papillons sortis : en quelques minutes, les cocons d'un lot malade peuvent être éliminés et mis à l'étouffoir.

Les papillons sortent d'ordinaire le matin entre 5 et 7 heures ; les mâles recherchent immédiatement les femelles et s'accouplent. L'aspect de l'ensemble des papillons dans chaque lot est noté par le graineur. Vers 8 heures, la sortie est terminée, les ouvrières ramassent les couples en saisissant à la fois le mâle et la femelle par les ailes pour éviter de les désaccoupler ; elles les disposent sur des cartons ou des cadres formés par un châssis en bois de 0 m. 50 de côté et sur lesquels on

a cloué une toile. Cette disposition facilite l'examen attentif des papillons par le graineur qui élimine rapidement tous les sujets défectueux. S'il y a excès de femelles, on fait resservir les mâles conservés de la veille et logés dans des boîtes spéciales à l'obscurité et au frais ; s'il y a excès de mâles, on les garde pour le lendemain. Au début de l'éclosion, un excès de mâles est généralement observé, tandis qu'à la fin, c'est un excès de femelles. Les cadres de papillons accouplés sont placés par lots sur des étagères dans un endroit sombre.

En France, après 4-5 heures d'accouplement, on sépare avec soin les mâles des femelles ; celles-ci sont placées sur des toiles suspendues verticalement et pondent rapidement si la température est élevée ; sinon la ponte est incomplète et lente. Après la ponte, des femelles de chaque lot prises au hasard sont conservées dans de petits sachets pour être examinées plus tard au microscope et fournir une nouvelle preuve de la pureté du lot. Les cadavres des papillons constituent un excellent engrais.

En Extrême-Orient, où la pébrine sévit avec intensité et où le nombre des éducateurs élevant des graines non sélectionnées est très grand, on ne peut faire que du grainage cellulaire ; il n'y a pas de difficultés pour les races monovoltines ; mais avec les polyvoltines, on ne dispose que de 8 à 10 jours entre la ponte des graines et l'éclosion des vers pour faire les examens microscopiques et envoyer les graines à destination. La disposition suivante est alors adoptée : des planchettes rectangulaires de 0 m. 50 × 0 m. 30 sont percées de 6 trous circulaires que l'on recouvre d'une feuille de papier. Après 5 heures d'accouplement, les femelles sont placées sur cette feuille, chacune exactement en face d'un trou et recouverte par un petit entonnoir en zinc ; les femelles sont obligées ainsi d'effectuer leur ponte dans le cercle circonscrit par cet entonnoir. Sur la feuille de papier, est inscrit le numéro du lot et la date de la mise sous entonnoir. Les planchettes ainsi garnies sont placées sur des supports dans des salles spéciales. 36 heures après, la ponte est considérée comme terminée ; on procède à l'examen microscopique des femelles en triturant chacune d'elles dans un petit mortier en verre placé dans chacun des trous

circulaires de la planchette. Le tout est porté à l'examen microscopique. Si une préparation renferme des corpuscules, le microscopiste découpe la feuille, enlève la ponte correspondante qui est brûlée.

Le *grainage cellulaire*, préconisé par Pasteur pour recueillir et contrôler les pontes, consiste à utiliser de petits sacs en papier d'une contenance de trente grammes environ ; le papier est percé de nombreux trous d'aiguilles. La femelle fécondée est immédiatement introduite dans le sac qui est clos ; la ponte a lieu et reste enfermée avec la femelle qui meurt. Au lieu de sacs, on peut également employer des carrés d'étoffe ou de papier, dans un coin desquels la femelle est épinglée par les ailes.

Pendant la saison d'hiver, les sachets ou les carrés sont examinés un à un : le cadavre de chaque femelle, privé des ailes et des pattes, est pulvérisé avec quelques gouttes d'eau ; la bouillie obtenue est examinée au microscope ; si l'on aperçoit des corpuscules, indice de pébrine, la ponte est rejetée et détruite. Dans le cas contraire, la ponte est conservée et subit la suite des opérations.

Sélections et croisements.

Mais le grainage de reproduction a aussi pour objet d'améliorer les races et, dans ce but, le sériciculteur-graineur opère par sélections et croisements.

En sériciculture, on désigne sous le nom de *croisement* l'union sexuelle de deux individus de types différents ou simplement de provenance différente sans se préoccuper de savoir si les sujets accouplés sont ou non de même espèce, race ou variété ; par exemple, en accouplant une femelle de race chinoise à cocon blanc avec un mâle de race jaune Var, on fait un croisement ; en accouplant un sujet de race jaune Var provenant d'une chambrée élevée dans les Alpes avec un autre sujet de même race provenant d'une chambrée élevée dans une autre région, on fait un croisement de milieux. Pour tout croisement, il faut indiquer l'origine des sujets accouplés : A×B.

Le but du croisement est d'obtenir un produit réunissant les qualités des deux sujets accouplés, à l'exclusion de leurs défauts : dans la race chinoise à cocons

jaune-or, par exemple, les vers sont petits, résistants à la flacherie, à évolution rapide ; les cocons riches en soie de dévidage facile donnent peu de déchets, mais sont très légers (600-800 au kilog), de sorte que le rendement pour l'éducateur est par trop réduit. Au contraire, la race jaune Var, à gros vers, à évolution lente, par suite sensible à la flacherie, aux cocons lourds, de dévidage peu facile et donnant beaucoup de déchets. Le croisement « Chinois × Var » ou « Var × Chinois » donne un produit à vers moyens, à évolution suffisamment rapide pour résister à la flacherie, même dans des régions chaudes et humides ; les cocons sont de moyenne grosseur, le dévidage est facile et les déchets faibles.

Pour croiser entre eux les sujets de deux lots A et B, il faut que la sortie des papillons ait lieu simultanément dans les deux lots et que les femelles n'aient subi l'approche d'aucun mâle de leur propre lot.

Pour effectuer de nombreux croisements, les papillons sont recueillis au fur et à mesure de leur sortie et séparés par sexes ; les accouplements sont faits ensuite. Mais, pour opérer plus sûrement, il convient de séparer les sexes avant la sortie ; l'aspect seul du cocon est insuffisant, mais le poids donne une indication assez précise, ainsi que nous l'avons vu précédemment. Plusieurs modèles de balances permettent d'effectuer rapidement la séparation des cocons par sexe : balance automatique de Bergame, machine Ghilardi, de Milan, permettant de séparer 60 kilogs de cocons par jour.

En vue du grainage pour la reproduction, le choix des cocons nécessite la plus grande attention ; il doit être effectué dans les meilleurs lots par un triage très sévère : seuls sont à conserver les cocons parfaits en tous points ; forme, couleur, finesse de grains, richesse en soie par le procédé Coutagne. Les cocons choisis sont aussitôt mis en filane, les mâles d'un côté, les femelles de l'autre et il est alors facile d'opérer les croisements.

Qu'elles soient de croisements ou de races pures, les pontes étant effectuées, les œufs donnent lieu à des soins très attentifs et très importants. Les graines séjournent pendant toute la période estivale sur les toiles dans la salle de ponte chaude et aérée, puis les toiles sont lavées avec

de l'eau bien claire et chambrée ; celle-ci dissout le vernis gommeux qui fait adhérer les graines et les libère ; elle les débarrasse des impuretés : déjections, débris de papillons, poussières, graines non fécondées, le tout surnageant dans les récipients, alors que les bonnes graines tombent au fond. Ces dernières sont étendues en couches minces sur des toiles placées sur des claies dans une salle très ventilée. Quand les œufs ont atteint un degré de siccité suffisant et qu'ils n'adhèrent plus entre eux, on les recueille pour l'hivernation.

Pour pouvoir éclore dans les meilleures conditions au printemps suivant, les graines doivent subir d'abord l'action de la chaleur durant l'été ; c'est l'*estivation* de juin à août ; puis le froid saisonnier de la fin de l'automne : c'est la *période pré-hivernale* de septembre à décembre. Les œufs sont maintenus ensuite pendant 3 à 4 mois, de décembre à mars, à une température voisine de 0° ; c'est l'*hivernation*.

En effet, une période de froid voisine de 0° est nécessaire pour obtenir une bonne éclosion et des sujets vigoureux, ceci pendant plusieurs mois sans autres soins qu'une bonne aération, en couches minces, dans un air sec, à l'abri des rongeurs et des parasites. L'atmosphère ne doit pas contenir plus de 3 % d'anhydride carbonique et l'humidité doit se maintenir aux alentours de 75° à l'hygromètre.

Pour ce faire, on peut transporter les graines à une altitude élevée, en chambres froides telles que celles aménagées à Notre-Dame des Neiges (Ardèche) ; mais ces installations ne sont accessibles que pendant l'hiver et l'état hygrométrique n'y est que difficilement réglé. Il existe des chambres d'hivernation où le froid est produit artificiellement par des machines frigrofiques et des caisses de chaux vive pour assécher l'air. On peut employer également pour de plus petites quantités de graines des caisses-glacières, telles que celles d'Orlandi et de Verson.

La graine peut être conservée ainsi au froid jusqu'en avril, puis à une température comprise entre 0 et 6° jusqu'à la remise aux éducateurs, qui auront retenu à l'avance auprès de l'établissement de leur choix la quantité de graines qu'ils désirent éduquer.

Pour être livrée aux acheteurs, la graine peut voyager sans danger durant l'été, après la ponte et pendant l'hivernation, époques où l'œuf vit au ralenti ; au contraire, pendant la période pré-hivernale et au printemps, cet œuf respire d'une manière intense et est très délicat. En France, on a la déplorable habitude d'expédier la graine pendant la période post-hivernale, la plus sensible, où l'embryon vit le plus activement et a, par conséquent, le plus besoin d'oxygène.

D'après Lambert, un envoi de 25 grammes de graines devant voyager pendant un mois nécessite un volume de :

	10	litres au mois	d'août
	1	—	de janvier
et	4	—	d'avril

L'INCUBATION.

Le développement embryonnaire interrompu par la période d'hivernation reprend dès que les conditions extérieures de température deviennent plus favorables. Mais, l'incubation naturelle à la chaleur du printemps est évitée, car les éclosions seraient espacées sur un laps de temps trop étendu : l'incubation artificielle permet d'obtenir des éclosions plus précoces et simultanées.

La date de la mise en incubation est très importante ; elle doit être choisie de manière à faire coïncider l'éclosion avec la sortie des jeunes feuilles de mûrier, afin que les larves naissantes trouvent immédiatement une nourriture adéquate. D'ailleurs, un dicton provençal énonce : « La graine ne doit être mise en incubation que quand la feuille atteint les dimensions d'une pièce de cent-sous ». Pièce de cinq francs d'avant 1941, naturellement !

En général, afin d'éviter les chaleurs orageuses de juin, les éducations précoces sont recommandables.

En Espagne, la mise en incubation a lieu du 10 au 15 mars ; en Italie, du 1er avril au 1er mai ; en France, du 5 au 25 avrril.

L'incubation comprend deux périodes :

1° la *période préparatoire* ou pré-incubation : au

sortir de la chambre froide, on « prépare la graine » en la laissant pendant 7 à 8 jours dans une chambre habitée, mais sans feu, pour que les œufs prennent graduellement la température ambiante de 13 à 14°.

2° l'*incubation proprement dite,* qui dure de 15 à 18 jours, pendant laquelle on élève la température de 1° tous les deux jours jusqu'à amener celle-ci à 21°, qu'on maintient pendant quatre jours ; puis on augmente de 1° par jour jusqu'à obtenir 23°.

Les conditions d'une bonne incubation sont les suivantes :

1° une chaleur douce s'élevant graduellement et régulièrement ; chose essentielle, la *température ne doit plus subir de baisse* ;

2° une bonne aération destinée à permettre aux œufs une respiration active et une élimination constante d'anhydride carbonique ;

3° une légère humidité qui favorise l'éclosion.

Remarquons que ces trois conditions sont celles nécessitées également par une bonne germination des semences végétales.

Autrefois, la chaleur indispensable à l'incubation était obtenue par la fermentation du fumier ou par la chaleur humaine ; tous ces procédés empiriques doivent être rejetés. Si l'on n'a pas d'autre moyen, il est préférable de suspendre les graines dans un nouet qu'on rapproche de plus en plus du foyer familial.

Pour des quantités considérables de graines, on peut avoir recours à la *couveuse Orlandi,* sorte de caisse rectangulaire portée sur 4 pieds et présentant deux côtés vitrés ; on chauffe avec une lampe à alcool dont le sommet de la flamme vient lécher un prisme d'argile destiné à retenir les gaz de combustion ; une plaque de zinc ou mieux d'amiante permet de régulariser la température. L'air réchauffé dans la caisse s'élève dans quatre tubes verticaux débouchant à l'extérieur et reliés par des tubes horizontaux supportant les étagères où les graines sont disposées en couches minces. Un thermomètre, placé derrière la porte vitrée, permet de vérifier la température.

Pour de petites quantités, on peut utiliser une *couveuse à eau chaude*, caisse cubique en zinc à double paroi, dont le modèle le plus sûr et le plus pratique est l'appareil dénommé « *Castellet des Cévennes* » : c'est une véritable étuve de Guy-Lussac en tôle à double paroi renfermant plusieurs litres d'eau, mais avec des ouvertures sur les côtés pour le renouvellement constant de l'air. La source chauffante est une lampe dite « Pigeon » ou plusieurs veilleuses. Les graines de vers à soie sont disposées en couches minces de 2 mm. dans les tiroirs réservés à cet effet ; pour assurer une bonne aération, les œufs sont souvent remués avec une barbe de plume, par exemple.

Lorsque la température dans l'incubatrice atteint 23°, le temps d'incubation étant révolu, on observe un changement de teinte des œufs ; la couleur grisâtre disparaît et l'œuf devient blanchâtre. L'éclosion est proche.

L'Éclosion.

Au bout de 3 à 4 jours, pendant lesquels la température ne doit pas descendre au-dessous de 23°, les naissances se produisent, de 5 à 10 heures du matin en général, et s'étendent sur 3 à 4 jours.

Le premier jour, on rejette les quelques vers éclos ; on poursuit l'élevage de ceux qui naissent les 2e et 3e jours et qui sont les plus nombreux ; on peut abandonner les retardataires nés le 4e jour ou, au contraire, pousser leur éducation en les plaçant dans la partie la plus chaude de la magnanerie.

On a eu soin, au préalable, de placer sur les graines un petit morceau de tulle ou une feuille de papier percée de trous de 2 mm. de diamètre, à la surface desquels de fines lanières de jeunes feuilles de mûrier sont disposées. Attirées, les jeunes larves passent au travers des perforations en abandonnant leur coque, d'ailleurs attachée aux œufs voisins par un fil de soie émis dès la naissance, et commencent à se nourrir.

Chaque matin, vers 11 heures et le soir, on pratique une « levée » ; on enlève avec une pince les fragments

de feuilles couverts de chenilles et on les transporte sur des claies ou dans des paniers spéciaux.

Il ne faut jamais mêler les levées faites à des heures différentes et chaque levée doit être nourrie à part, de même d'ailleurs que chaque levée après chaque mue.

En moyenne, 95 % des œufs sains éclosent, tandis que 66 % seulement des œufs corpusculeux donnent naissance à une larve.

Les vers noirs ou bruns seront conservés seuls à l'exclusion des vers rougeâtres qui périssent généralement avant la montée ou fournissent des cocons défectueux.

Depuis quelques années, les organismes séricicoles préconisent l'incubation collective. Les chambres coopératives d'incubation ont pour but de livrer aux magnaniers des vers éclos suivant une méthode rationnelle et égaux en âge. Ces locaux doivent posséder une aération parfaite ; la température doit y être très régulière et est obtenue soit par chauffage électrique, soit par chauffage central, soit par un foyer à feu continu ; la désinfection doit être complète et annuelle. Les graines sont disposées en couches minces sur des tables ou des claies ; on élève la température progressivement de 15 à 23° par périodes successives : 17 à 18°, 20 à 22°, puis 23°, périodes que l'on prolonge ou raccourcit suivant que l'on veut retarder ou précipiter l'éclosion.

L'ÉDUCATION.

On pratique l'éducation des larves dans les magnaneries ; ce sont des chambres aérées par un renouvellement constant d'air aussi sec que possible et chauffables en cas de besoin, meublées d'étagères pourvues de claies horizontales espacées en hauteur de 35 à 40 cm. d'une largeur de 70 à 80 cm. (si on ne peut les aborder que d'un seul côté) et d'une longueur variable. Les claies peuvent être garnies de roseaux entrelacés ou mieux de grillages métalliques fins ; ces derniers robustes et légers ont l'avantage de pouvoir être désinfectés facilement à la lampe à souder.

Pour éviter la chute des immondices à l'étage inférieur, les claies sont recouvertes de feuilles de papier.

En Syrie, les claies sont remplacées par des plateaux

ronds en argile, disposés en colonnes ; en Chine, par de larges paniers plats empilés les uns sur les autres.

La température des salles d'éducation doit être maintenue à 20-21° ; à la montée, ainsi que nous le verrons plus loin, il est bon de l'augmenter de un ou deux degrés ; à cette température optima, la vie des larves dure de 30 à 35 jours : Un abaissement de température ne produit aucun préjudice sensible pour l'insecte ; la durée de sa vie est simplement prolongée : à 15°, elle dure 50 jours. Les vers peuvent même subir des froids très intenses pendant une durée limitée : les larves sont engourdies et ne commencent à manger qu'à partir de 8° lors du premier âge, de 10-12° pendant les âges suivants ; l'appétit n'est développé qu'entre 15 et 20°. L'élévation de température, par contre, active toutes les fonctions et diminue la vie larvaire : des éducations à 30-37° n'ont duré que 24 jours ; à 45°, 11 jours ; mais dans ces conditions, il faut donner des repas très fréquents, car le feuillage se dessèche très rapidement et la quantité consommée en 24 heures est très considérable.

Par la peau, la larve exhale non seulement de l'anhydride carbonique, mais aussi une quantité considérable de vapeur d'eau. En effet, elle consomme par jour en moyenne 15 grammes de feuilles contenant 65 % d'eau et, comme les déjections du ver sont presque solides, la plus grande partie de cette eau est rejetée par la peau : Dandolo estime que 30.000 vers exhalent par la peau 275 kilogs d'eau de la naissance à la montée. D'où la nécessité d'une ventilation énergique dans les magnaneries. Maillot indique que le volume d'air nécessaire à l'éducation de 30.000 vers doit être au premier âge de 1.514 m^3 par 24 heures ; au 5e âge, de 10.276 m^3. Si le local a une contenance de 100 m^3, l'air du local devra être renouvelé complètement 100 fois en 24 heures.

Les fragments de feuilles de mûrier couverts de larves nouvellement écloses sont transportés sur les claies et disposés en lignes perpendiculaires à la longueur de celles-ci ; entre ces alignées largement espacées, on distribue de nouvelles feuilles qui se couvrent bientôt de larves.

Pour obtenir un élevage uniforme, c'est-à-dire des vers de même taille et de même évolution et, par consé-

quent, un élevage plus homogène, il est nécessaire de pratiquer l'*égalisation des larves*. Egaliser des vers, c'est les amener à faire ensemble leur première mue. Pour ce faire, on profite de ce que plus la température est élevée, plus la larve se nourrit et plus elle se développe et vice-versa. En plaçant les vers les moins avancés dans la partie la plus chaude de la magnanerie, c'est-à-dire sur les claies supérieures, on parvient ainsi à forcer leur appétit qu'on satisfait en leur fournissant six repas par jour au lieu de quatre normalement.

Par suite de leur croissance rapide, car le ver mange sans arrêt, sauf pendant les mues, les chenilles occupent une surface de plus en plus grande. En ne leur attribuant pas un espace vital plus étendu qu'aux premiers jours, les larves ne tardent pas à se gêner mutuellement ; elles rampent les unes sur les autres et salissent leurs aliments par leurs déjections. Par suite de la forte exhalaison d'eau et d'anhydride carbonique, l'air est bientôt sursaturé et l'oxygénation devient défectueuse. D'où mauvaises conditions d'élevage, moindre résistance des sujets et augmentation des risques de maladies.

Pour remédier à cet inconvénient, le magnanier bien avisé élargit à chaque distribution de repas l'espace couvert par les feuilles de mûrier ; cette opération se nomme l'*espacement des vers*.

Pour espacer, on utilise des feuilles de papier percées de trous ronds proportionnés à la grosseur de la larve ou bien des filets à mailles carrées, lavables et plus durables. On les dispose sur les claies, au-dessus des sujets à espacer, on jonche de nouvelles feuilles de mûrier ; attirées par l'aliment plus frais, les chenilles traversent les perforations et on transporte alors les papiers ou les filets sur de nouvelles claies occupant une étendue plus grande.

Les vers issus de 25 grammes de graines doivent occuper les surfaces suivantes :

A l'éclosion.	2 m2
De l'éclosion à la 1re mue. . . .	5 m2
De la 1re à la 2e mue.	10 m2
De la 2e à la 3e mue.	20 m2
de la 3e à la 4e mue.	40 m2
De la 4e au coconnage.	60 m2

Les larves, absorbant énormément d'aliments, rejettent des déjections non moins abondantes ; ces dernières mélangées aux déchets de feuilles non consommées, constituent la litière, véritable foyer de putréfaction et de contagion. Cette litière doit être absolument et fréquemment éliminée et cette opération nommée *délitage* se fait obligatoirement avant et après chaque mue ; au 5e âge, il est même recommandé de déliter toutes les 48 heures. Comme il faut éviter de toucher les vers pendant leurs mues, qui sont des périodes critiques de leur vie, on utilise dans les magnaneries le même procédé que pour l'espacement : on enlève les larves accrochées aux feuilles nouvellement distribuées.

Outre les débris non consommés et les déjections, la litière renferme les sujets malades et les cadavres (car une éducation même bien conduite comporte 10 % de déchets) et est enlevée avec précaution pour éviter le déplacement des poussières et, par conséquent, la transmission des germes nocifs. Elle constitue d'ailleurs un excellent fumier de ferme.

Le délitage est donc un nouvel espacement des vers.

Ainsi les quatre mues s'effectuent dans les meilleures conditions hygiéniques et le calendrier suivant indique la durée moyenne de chaque âge pour une température d'éducation normale :

1er jour	Eclosion	1er âge
6e jour	1re mue	2e âge
10e jour	2e mue	3e âge
15e jour	3e mue	4e âge
20/21e jour	4e mue	5e âge
33e jour	montée	

L'ENCABANAGE.

Lorsque le ver atteignant sa taille maxima cesse de s'alimenter et cherche à coconner, le magnanier dit que « le ver est mûr ». Une évacuation considérable de déjections se produit et des délitages fréquents sont par conséquent nécessaires, ainsi qu'une très active circulation d'air.

L'éducateur dispose sur les claies des branchages

secs de bruyère le plus souvent ou de genêts en formant des haies dont le pied repose sur une claie et dont la tête va toucher la claie située au-dessus, en se courbant sous elle en sorte de berceau. Il aligne les haies assez épaisses sans être touffues, au travers des claies à 40 cm. les unes des autres ; le tout a l'aspect d'une série de petites cabanes, d'où le nom d'encabanage.

Il faut deux cents kilogs de bruyère sèche pour faire monter les larves issues de 30 grammes de graines ; pour la remplacer, on peut utiliser les claies Davril, formées de trois cadres de bois sur lesquels sont clouées des lattes de même substance ; deux des cadres sont placés verticalement, le troisième constitue le chapeau.

Les vers des races polyvoltines d'Extrême-Orient ne montent pas à la bruyère et tissent leur cocon où ils se trouvent : les vers mûrs sont donc placés sur des claies faites avec de la paille de riz, des fougères sèches, des lanières de bambou ; les claies garnies sont exposées au soleil pour hâter la confection des cocons et évaporer rapidement les déjections liquides des vers. On peut décoconner après 48 heures et utiliser à nouveau les claies après nettoyage et flambage.

Un autre procédé connu depuis fort longtemps paraît être entré récemment au Japon dans le domaine pratique : au lieu de tisser leur cocon, les vers sont contraints de filer sur une surface plane, comme le font naturellement certains vers dits « tapissiers ». Au moment où elles commencent à filer, les larves sont placées sur une table plate entourée d'un cadre métallique parcouru par un faible courant électrique, ce qui empêche l'animal de s'échapper ; elles errent vainement à la recherche d'un lieu propice au coconnage et, dans leurs pérégrinations, elles émettent leur soie dont les larves emmêlées et superposées constituent une sorte de feutrage. Celui-ci n'est pas dévidé comme le cocon, mais peigné et cardé comme pour les produits de Schappe et utilisé très probablement pour l'obtention de fibres courtes dont l'emploi est très fréquent au Japon. Ce procédé permet d'éviter aux industriels le dévidage des cocons.

Le coconnage.

Pendant cette période, il faut élever la température à 22-23°, car un air plus froid retarderait l'émission du fil ; un air plus chaud l'activerait, mais la soie serait plus grossière.

En 2 ou 3 jours, si la température est optima, les vers montent sur les branchages, sur les lattes ou même n'importe où.

Lorsque la « montée » est terminée et les retardataires soignés spécialement, la litière est complètement enlevée, car l'alimentation est terminée : l'animal ne se nourrira plus, même pas dans sa vie à l'état parfait... s'il parvient jusque-là.

Les larves filent alors leur cocon et, à ce stade, il est nécessaire de leur procurer une très bonne aération tout en maintenant la température uniforme.

C'est le plus beau moment de la vie du magnanier ; harassé par le travail des dix derniers jours de l'élevage nécessitant une fourniture très abondante de feuilles de mûrier, il se voit réduit, du jour au lendemain, à une simple surveillance pendant laquelle il lui est loisible de supputer la bonne venue des cocons et le bénéfice qu'il en retirera.

Trois à quatre jours sont nécessaires au ver pour filer son cocon, trois jours pour se transformer en chrysalide ; les cocons mûrs destinés à la filature ne peuvent donc être enlevés des rameaux que dix jours après la montée, c'est le décoconnage ou déramage. Pour les cocons destinés au grainage, mieux vaut attendre 12 jours afin que la chrysalide soit bien formée et puisse supporter le transport.

Un gramme de graines peut fournir facilement plus de 2 kilos de cocons frais.

Si l'élevage a été productif, le décoconnage est une véritable fête pour le magnanier : il y convie parents et amis qui viennent gracieusement prêter leur concours. Les hommes démontent les cabanes et font passer les brins de bruyère garnis de cocons aux femmes qui les enlèvent et les placent dans des paniers. Ces cocons sont alors

« parés », c'est-à-dire débarrassés de la bourre ou bave que le ver avait jetée avant de former son cocon, puis triés : les doubles dont l'aspect est plus grossier et la coque plus résistante sont mis à part pour être cardés ; le commerce tolère 3 à 4 % de doubles. Les fondus faibles, etc... feront une seconde catégorie de rebut, qui ne doit pas dépasser 3 % au maximum.

Pour débaver, on reprend chaque cocon entre les doigts et la bourre est enlevée à la main ; une petite machine, la débaveuse agit plus rapidement : les cocons glissent sur un plan incliné où ils rencontrent des tringles de fer transversales tournant rapidement et sur lesquelles la bave est enroulée comme sur les doigts de l'ouvrière.

Les cocons sont ensuite étendus sur des toiles ou sur des claies en attendant la vente qui ne peut être différée, car la perte de poids journalière est élevée.

Les cocons destinés au grainage doivent être emballés dans des paniers de faible volume, de façon à éviter l'échauffement de la masse et permettre l'aération et transportés avec précaution pour éviter les chocs violents pouvant blesser ou meurtrir les chrysalides.

Parmi les anomalies, dont nous avons dit quelques mots plus haut, on trouve des cocons *doubles* : ils sont plus gros et plus ronds, à tissu plus feutré, à résistance plus grande de la coque ; le tissage de « doubles » est favorisé par la rareté de la bruyère qui oblige les vers à se réunir. Parfois un nombre plus grand de vers se réunissent dans la même enveloppe pour former les cocons multiples, surtout dans les races chinoises ; ces cocons sont souvent cloisonnés à l'intérieur, soudés bout à bout et de forme bizarre.

Les cocons *faibles* de points ont une ou deux extrémités moins résistantes à la pression des doigts ; on ne sait pas ce qui a pu déterminer le ver à tapisser moins fortement cette partie du cocon ; peut-être est-ce la crainte de ne pouvoir sortir de sa coque après la métamorphose. Le dévidage de ces cocons est assez délicat, car ils se remplissent d'eau et tombent au fond de la bassine.

On trouve également des *cocons ouverts* à une extrémité, *étranglés* au centre, qui, au moment du dévidage,

se séparent en deux calottes ; des *cocons satinés* chez lesquels les différentes couches de la coque sont séparées par du grès au lieu d'être unies et qui seraient produits par certaines races ou par un abaissement de la température au moment de la montée ; des *cocons faibles*, très pauvres en soie, produits par des vers débiles ; enfin des *cocons fondus, tachés ou muscardinés* tissés par des vers malades, ainsi que nous l'étudierons plus loin.

Le murier.

Nous avons vu que la feuille fraîche de mûrier est la nourriture de prédilection du Bombyx mori.

Des essais d'alimentation avec d'autres feuilles ont été vainement tentés ; le ver accepte, mais ne paraît pas apprécier d'autres feuilles. Cependant, en cas de carence de cette dernière, on a cherché des succédanés ; on a proposé :

1. la *maclure orangée*, *Maclura aurantiaca*, qui a donné de bons résultats en France en 1834 et est exclusivement employée en Amérique ;

2. une *laitue* préconisée par un Japonais (F. Daigiro), la *Lactuca brevirostris*, plante robuste et sauvage qui pourrait permettre d'attendre les feuilles de mûrier détruites par la gelée ;

3. en Chine, pendant les premiers âges du ver, les feuilles du *Cudrania triloba*, arbuste très voisin du mûrier.

La sériciculture française emploie exclusivement les feuilles de mûrier et est par conséquent limitée aux *zones de culture de cet arbre*, c'est-à-dire actuellement la région méditerranéenne, le long de la vallée du Rhône jusqu'en aval de Lyon et le long d'une partie du cours supérieur de la Garonne jusque vers Toulouse.

Cependant, le mûrier vit dans toutes les régions tempérées de l'hémisphère boréal. Il résiste à des températures de —25°, mais sa culture n'est avantageuse que dans les régions où la température reste supérieure à 12°5 pendant trois mois au moins. Il craint les gelées tardives et les brouillards intenses.

Au point de vue botanique, le mûrier, arbre ou arbrisseau à latex, à fleurs unisexuées, monoïques ou dioïques, disposées en châtons serrés, à feuilles alternes, se classe dans les Apétales, ordre des Urticales, famille des Morées et genre Morus.

Le genre Morus renferme cinq espèces principales :

1. le *Mûrier blanc* (*M. alba*), originaire d'Asie orientale, introduit en Italie au XIIIe siècle et en France au XVe ; il est préféré pour sa croissance rapide et pour sa feuille plus abondante, plus délicate, plus convenable à la nourriture du ver à soie ;

2° le *Mûrier noir* (*M. nigra*), probablement originaire de Perse, introduit en Europe bien avant le mûrier blanc par les Consuls Romains à cause de la saveur agréable de ses fruits à aspect de framboises. Les feuilles servaient autrefois à l'alimentation des vers à soie et l'arbre haut de 10 mètres était cultivé à cet usage. Actuellement sa culture est délaissée pour celle du mûrier blanc ; mais dans certaines régions (Sicile, Calabre), on cultive encore le mûrier noir, moins précoce ; les vers alimentés avec ses feuilles donnent des cocons plus lourds, mais plus grossiers ;

3° le *Mûrier rouge* (*M. rubra*), originaire d'Amérique du Nord, très rustique, est un grand et bel arbre de 25 mètres de haut, à cime large et touffue ; les éducations faites avec ses feuilles donnent des vers débiles à cocons légers et pauvres en soie :

4° le *M. celtifolius* et le *M. insignis*, ces deux dernières espèces sans intérêt pratique.

Outre une cinquantaine d'espèces spontanées, le mûrier compte quatre espèces cultivées : le Mûrier blanc, le Mûrier multicaule, le Mûrier Lhou et le Mûrier noir.

La jeune feuille de mûrier est plus riche en acide phosphorique, en acide sulfurique, en potasse et en magnésie que la feuille plus âgée, qui s'enrichit en silice, en

sulfate et en carbonate de chaux ; les vers recherchent de préférence les feuilles jeunes, des éléments desquelles ils ont un plus grand besoin, ainsi que les feuilles de l'extrémité des branches, plus riches en azote et en acide phosphorique.

Or l'azote contenu dans la matière soyeuse provient de l'azote de la feuille de mûrier. Donc plus les feuilles seront riches en azote, plus grande sera l'élimination de cette substance et, par suite, plus grande sera la secrétion de la soie. D'après Schenk (50), on a donc intérêt à augmenter la richesse des feuilles en azote en apportant au sol des engrais azotés.

La chenille mange peu à la fois, mais ne suspend pas son alimentation. Il faut lui fournir la nourriture toutes les heures jusqu'à la première mue, puis quatre fois par jour ensuite. Lorsqu'ils sont nourris à des heures régulières, les éleveurs ont remarqué que les vers profitent mieux. Les feuilles doivent être réparties légèrement sur les claies afin que le repas soit pris bien à l'aise en évitant l'entassement des sujets.

Quand les vers entrent en mue, on ne distribue que peu de feuilles jusqu'à ce que quelques vers sortent de leur ancienne peau ; on cesse alors la distribution jusqu'à ce que presque tous les vers aient mué, puis on délite et on alimente de nouveau normalement.

D'après certains auteurs, un ver ne consommerait guère que treize grammes d'aliments dans toute sa vie ; comme on lui en fournirait environ 20 grammes, il y aurait 7 grammes inutilisés. Des analyses précises ont montré que la larve choisit les parties à consommer parmi celles qui sont les plus riches en matières nutritives (graisses, hydrates de carbone, azote).

Pendant le premier âge, la larve attaque la feuille de manière à la cribler de petits trous ; plus tard, elle perce des trous plus grands et, au quatrième âge, elle attaque les bords du limbe ; à la « grande freze », elle dévore tout, même les parties les plus dures, même les fruits en formation. Le ver digère d'ailleurs 38 % des feuilles consommées pendant les premiers âges et 50 % des feuilles consommées au dernier âge.

La quantité de feuilles nécessaires pour nourrir les vers issus de 30 grammes de graines est de 1.000 à 1.200 kilogs, répartis ainsi :

pour les quinze premiers jours . 70 kg.
pour les sept jours suivants . . 180 kg.
pour les dix derniers jours . . 950 kg.

Pour fournir cette quantité de feuilles fraîches, il faut évidemment qu'à la magnanerie soit jointe une plantation de mûriers.

On cultive cet arbre des différentes manières :

1° le *mûrier à haute tige,* lorsque la tête se forme 1 m. 50 à 2 m. au-dessus du sol ; la récolte ne peut être faite qu'à partir de la huitième année ;

2° le *mûrier à basse tige,* dont les feuilles sont plus riches en azote :

a) le *mûrier nain,* dont la tête est formée de 0 m. 30 à 0 m. 70 au-dessus du sol ; la récolte des feuilles peut être faite à partir de la troisième année et sans échelle, d'où économie de main-d'œuvre ;

b) les *mûriers en cordon,* dont la cueillette des feuilles peut commencer dès la troisième année ; une plantation de 7 ares comportant environ 175 pieds peut fournir 1.000 kg. de feuilles ;

c) les *mûriers en prairie,* dont la récolte est possible dès la seconde année, mais la production diminue à partir de la dixième année ;

d) les *mûriers en haie* qu'on peut effeuiller dès la troisième année ; la végétation en est très précoce et permet de commencer très tôt les élevages.

Bien qu'il soit un arbre très vigoureux, le mûrier n'est pas exempt de certaines maladies. Il est même étonnant qu'avec le régime auquel on le soumet (effeuillage annuel, taille fréquente), il résiste si bien.

1. Parmi les *maladies non parasitaires,* il faut citer l'hydropisie occasionnée par la surabondance de sève, la chlorose avec jaunissement des feuilles qui sont petites et

tombent ; la manne de mai, suc visqueux de saveur sucrée, rendant les feuilles gommeuses ; la gangrène de la masse ligneuse ; les accidents dus aux intempéries : gelées de printemps pouvant causer de grands dommages ainsi que la grêle. La feuille de repousse est toujours de qualité inférieure pour l'alimentation.

2. Parmi les *maladies parasitaires*, les unes sont dues aux parasites végétaux ; ce sont les mousses et les lichens si la plante manque de vigueur, pousse dans un milieu humide et sur un sol imperméable : l'*Agaricus mellicus*, polypore formant souvent des touffes autour du tronc et provoquant toujours une maladie mortelle par développement du mycélium entre l'aubier et l'écorce des racines ; la rouille des feuilles est due au *Cylindrosporium mori* qui se développe au bord de la mer sous l'influence des vents humides venant du large.

Les parasites animaux sont peu nombreux. La Diaspis pentagona est le seul insecte qui cause jusqu'à présent de graves dommages au mûrier ; c'est une cochenille formant sur les troncs et les branches des amas recouverts d'une couche grisâtre protégeant les jeunes insectes.

Il est indispensable de prendre quelques précautions pour la cueillette des feuilles, qui ne doivent être ni flétries, ni froissées, ni échauffées par un début de fermentation ; les feuilles mouillées par la pluie ne doivent être utilisées qu'après avoir été rapidement séchées dans un courant d'air. Il faut de plus veiller à la propreté de la feuille et éviter les poussières, ainsi que la rosée matinale.

Tant que les vers sont jeunes et que la quantité à leur distribuer est minime, on cueille les feuilles une à une en les choisissant, çà et là, sur les rameaux ; plus tard, les vers demandant une quantité importante de nourriture, on dépouille alors complètement les rameaux en glissant la main de la base au sommet.

Il est préférable de ne pas donner la feuille fraîche quand elle est forte et grasse ; un repos de 24 heures la rend plus mûre.

Chaque jour, on cueille la feuille nécessaire aux repas de la journée et au premier repas du lendemain. Sitôt

récoltée, la feuille est portée dans un local spécial, frais, propre et à l'abri des poussières de la magnanerie, étendue sur le sol ou sur des claies en couches de faible épaisseur et remuée pour éviter tout échauffement et tout début de fermentation.

En Indochine et dans les pays où les mûriers sont constamment en végétation, on ne peut toujours avoir de petites feuilles pour les jeunes vers ; on roule des feuilles adultes en cigare, on découpe en lanières minces d'abord, puis de plus en plus grosses ; après la quatrième mue, on fournit la feuille entière.

Les feuilles doivent être apportées dans la salle d'élevage environ un quart d'heure avant la distribution de façon à prendre la température de la chambrée.

Lorsque les feuilles ont subi la gelée, on retarde l'éducation en abaissant la température ; pendant ce temps, les nouvelles feuilles ont le temps de se développer. Secrétain et Schenk (64) ont montré, après Loiseleur-Deslonchamps en 1839, que le ver à soie peut jeûner d'autant plus longtemps qu'il est moins âgé et que la température ne dépasse pas quelques degrés au-dessus de 0° ; il supporte plus difficilement le jeûne à la sortie des mues. Soumis à une température de —5°, le ver ne peut supporter le jeûne que pendant 25 minutes au maximum.

Quand on pénètre dans une magnanerie, on doit sentir la bonne odeur spéciale des feuilles de mûrier et entendre le bruit caractéristique de la multitude qui mastique ; le crissement des mandibules « imite, sur le parenchyme des feuilles, une crépitation d'averse ». (Marcel Roland).

Il est bon à signaler qu'on a tenté la désinfection des feuilles de mûrier par un bain de trente minutes dans du lusoforme à 1 pour 1.000 ; on égoutte et on dessèche rapidement dans un courant d'air au moment de distribuer la nourriture ; les résultats de l'élevage paraissent bien meilleurs. Peut-être y a-t-il dans ce procédé une idée pratique intéressante pour vacciner les larves contre les dysenteries diverses qui les assaillent ! On a essayé déjà de saupoudrer ou d'imbiber les feuilles de divers poudres ou liquides en vue d'augmenter leur valeur nutritive ou la secrétion soyeuse, avec, par exem-

ple, du soufre, du sucre, de la chaux, des superphosphates, du vin, de l'alcool, etc. En général, ces matières n'empêchent pas les vers de consommer la feuille tant est grande leur voracité, mais les résultats sont nuls et ces pratiques seraient plutôt nuisibles.

Le bénéfice d'une exploitation peut de plus être augmenté grâce à quelques utilisations supplémentaires du mûrier :

1° la racine contient une matière colorante utilisable en teinture ;

2° l'écorce de la racine est amère, tonique et un excellent taenifuge à la dose de 10 à 15 grammes que l'on fait bouillir dans 150 grammes d'eau ;

3° les fruits peuvent servir à la nourriture des volailles qui en sont très friandes ; on en fait un suc et un sirop utilisés en pharmacie contre les maux de gorge ; les fruits, très juteux, très sucrés, pourraient servir à préparer d'excellentes confitures ; dans certains pays, notamment en Perse, ils sont desséchés et vendus en confiserie ;

4° l'écorce de mûrier a été utilisée comme textile ; elle contient une fibre analogue à celle du coton ;

5° la seconde feuille de mûrier, appelée « feuille d'automne » constitue un excellent fourrage supérieur aux meilleures herbes des pâturages.

AUTRES MÉTHODES D'ÉLEVAGE

Dans d'autres régions, l'élevage du ver à soie est pratiqué de manière un peu différente :

En Syrie, les claies sont remplacées par des plateaux ronds en argile, disposés en colonnes. A partir du troisième âge, on apporte sur ces plateaux des rameaux de mûrier que l'on renouvelle quand la feuille est consommée ; à maturité du ver, cet amas de branchages secs lui offre un lieu propice pour la confection du cocon. Les avantages de ce système sont une économie de main-d'œuvre pour la cueillette de la feuille, les délitages et l'encabanage, la possibilité d'élever un très grand nombre

de vers dans un espace restreint. Les inconvénients résident dans une aération insuffisante, une perte considérable de vers.

En Perse, des hangars sommaires sont construits au milieu des champs de mûrier, la toiture est en feuilles sèches ou en paille, le plancher est formé par un treillage grossier de branchages sur lequel on dispose des rameaux de mûrier garnis de vers. Au-dessus de ce treillage, des traverses permettent de circuler pour distribuer aux vers de nouveaux rameaux. Le manque d'aération est l'inconvénient sérieux de ce procédé.

Le système Cavalo permet d'éviter ces désavantages : des montants verticaux, limitant un espace rectangulaire, portent de 12 en 12 cm. des clous plantés obliquement et qui supportent des lattes de bois formant un support horizontal destiné à recevoir les rameaux garnis de vers. La distance entre les supports est de 48 cm au moins. Quand l'amas de rameaux atteint 12 cm. d'épaisseur, on place sur une rangée de clous supérieure un nouveau support sur lequel on dispose des rameaux frais ; les vers montent et abandonnent l'étage inférieur que l'on démonte pour enlever les branchages.

Dans les Pyrénées, une modification de ce procédé permet à la fois l'élevage sur claies et par feuilles détachées ; les supports ci-dessus sont garnis d'une toile métallique à grosses mailles.

Le procédé d'élevage le plus recommandé actuellement est l'éducation dite « *aux rameaux* » pratiquée comme suit : elle consiste à élever des vers à soie avec des branches feuillues de mûrier que l'on dispose perpendiculairement sur les claies d'élevage ; ce système ne s'applique qu'après la troisième ou la quatrième mue.

Ses avantages sont les suivants :

1° une économie de main-d'œuvre de l'ordre de 65 à 70 %, autant pour le ramassage des feuilles que pour la distribution des repas, le délitage, les espacements et la taille des mûriers ;

2° une économie de la feuille qu'on évalue à 33 % au moins, car les vers consomment complètement les feuilles lorsqu'elles sont fixées au bois, tandis que, lors-

que la feuille est détachée, un tiers se perd par suite de souillures et est rejeté avec la litière ;

3° une économie sur le matériel : 30 à 40 m² de table sont suffisants au lieu de 60 m² dans l'élevage habituel pour éduquer une once de graines ;

4° une hygiène meilleure par suite d'une circulation constante d'air ; les excréments tombent à la base des rameaux ; il n'y a jamais de litière, donc pas de risques de contagion.

D'après les expériences de laboratoire de Mozziconacci et Secrétain, les cocons provenant de l'élevage aux rameaux donnent une quantité de soie supérieure à ceux provenant de l'élevage à la feuille détachée. Ces résultats ont été confirmés lors des concours séricicoles entre les éducateurs (53).

Un procédé italien permet l'élevage aux rameaux à partir du premier âge ; il préconise l'utilisation de chevalets sur lesquels sont disposés verticalement des branches feuillues de mûriers, dont la tige plonge dans un récipient plein d'eau. A partir de la troisième mue, on revient au procédé d'éducation aux rameaux sur claies.

L'élevage industriel a été envisagé de la manière suivante par les Américains : ils ont imaginé un tapis roulant sur lequel sont placés les vers à l'éclosion ; petit à petit, celui-ci les monte jusqu'à l'encabanage ; la nourriture est distribuée automatiquement au moyen de trémies. Ce procédé ne paraît pas avoir eu de solution pratique jusqu'à présent.

Secrétain et Schenk ont fait le projet très réalisable, sinon réalisé, d'une magnanerie modèle élevant 8 onces de graines par an, alors que la majorité des sériciculteurs n'éduquent qu'une ou deux onces au maximum ; la magnanerie serait partagée en deux chambrées A et B ; des mûriers précoces débuteraient le 1er avril avec 2 onces d'œufs dans la salle A ; le 15 avril, on commencerait l'éducation de 3 onces dans la salle B ; le 10 mai, de 3 nouvelles onces dans la salle A libérée et désinfectée et, le 20 mai, des deux dernières onces dans la salle B. La production totale pourrait atteindre 4 à 500 kilogs de cocons frais.

Notons que dans tout l'Extrême-Orient, on place les vers dans de grands paniers circulaires et plats en bambou que l'on superpose comme les claies ; ces paniers présentent l'avantage d'être très maniables pour toutes les opérations de l'éducation et pour le transport ; le seul inconvénient est que l'encabanage est moins facile que sur les claies fixes ; mais, dans tout l'Extrême-Orient, les vers à maturité sont portés sur des claies spéciales où ils pourront confectionner leur cocon.

Conditions physiques de l'élevage

Dans son évolution, le ver à soie, comme tous les animaux terrestres, a besoin d'air, de chaleur et de lumière.

Dans une magnanerie, des dizaines de milliers de larves respirent, absorbent l'oxygène et rejettent de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. Dans cette atmosphère chaude, moite, humide par suite de la transpiration intense de tout ce petit monde et de l'évaporation de l'eau contenue dans les feuilles, dans cette atmosphère chargée d'acide carbonique et appauvrie en oxygène, la respiration de tout être vivant deviendrait bientôt impossible.

Nous avons vu ci-dessus qu'il est donc indispensable de renouveler fréquemment, ou mieux, constamment, l'air des salles d'élevage, surtout par les temps orageux et durant le cinquième âge ; les grandes pertes qui arrivent aux magnaniers ignorants ont lieu dans le cinquième âge « à raison de l'air rendu humide par quelque vent du Midi qui est mortel pour les vers », dit Dandolo.

On parvient à renouveler l'air en pratiquant des trappes au ras du sol et à la hauteur des plafonds afin de provoquer à volonté une circulation active d'air. En allumant une flambée de brindilles sèches dans une cheminée, on suscite un déplacement d'air plus rapide en cas de besoin.

Un local d'élevage bien aéré d'ailleurs doit présenter une odeur franche de feuilles fraîches ; son volume doit être de 100 m^3 pour l'éducation de trente grammes de graines.

La température d'élevage joue également un rôle fort important ; elle règle, avons-nous vu plus haut, la vitesse d'alimentation et, par conséquent, de développement des chenilles. La température la plus favorable paraît comprise entre 20 et 21° ; mais elle doit être uniforme et ne subir aucune variation brusque. En fin d'éducation, une augmentation de 1 à 2° facilite la montée.

Si la température ambiante est insuffisante, on chauffe artificiellement ; cette question très complexe a donné lieu à de nombreuses études pratiques.

De plus, le ver à soie demande de la lumière qui le rend plus résistant aux germes de maladies ; mais les rayons directs du soleil sont à éviter ; on obtiendra ce résultat en badigeonnant simplement les fenêtres avec un lait de chaux.

Air, chaleur, lumière aident donc à fournir de bons sujets d'élevage ; on a recherché à réunir ces trois éléments dans des magnaneries modèles dont nous étudierons rapidement les principaux types :

1. La *magnanerie Dandolo* a été conçue par le comte italien Dandolo en 1815 qui a le premier préconisé l'aération avec renouvellement d'air par de nombreuses cheminées, non destinées au chauffage, mais à des flambées fréquentes. D'après l'auteur, la dépense occasionnée par l'établissement d'une magnanerie salubre est largement rétribuée par le meilleur rendement de la récolte ; beaucoup de locaux peuvent être aménagés, avec une faible dépense, en magnaneries. Dans son ouvrage sur l'« Art d'élever les vers à soie », Dandolo donne la description détaillée de sa magnanerie dont l'agencement a le grand avantage de pouvoir s'adapter à un grand nombre de locaux existants. En Lombardie, presque toutes les magnaneries sont construites d'après ces principes et portent le nom de *Dandolières*.

Les dimensions pour une magnanerie destinée à élever 5 onces de graines sont : longueur 13 m. 20, largeur 6 m., hauteur 4 m. 20. Elle doit disposer de 4 fenêtres, 2 portes, 6-8 soupiraux bouchés par une planche mobile afin de faire circuler l'air à volonté, 5 cheminées et un fourneau.

2. La *magnanerie Darcet* permet d'amener dans la salle d'élevage de l'air chaud par des trous percés dans le plancher et d'évacuer l'air par des ouvertures munies de gaînes situées au plafond. La prise d'air a lieu dans une salle inférieure où se trouve un calorifère. Un ventilateur active la circulation d'air dans les gaînes aboutissant à une puissante cheminée d'appel.

3. La *magnanerie Robinet* est une modification avantageuse de la précédente : le ventilateur est placé dans la chambre à air et agit par propulsion. Les gaînes et la cheminée sont supprimées ; le plafond est percé de trous bien disposés.

4. Dans la *magnanerie Aribert*, l'air arrive par en haut et sort par en bas.

Le principal inconvénient de ces magnaneries est le coût élevé de ces constructions ; de plus, pour que le fonctionnement se fasse bien, il faut que toutes les parties en soient exactement calculées.

5. La *magnanerie des Cévennes* est d'un type beaucoup plus simple. La salle est sur rez-de-chaussée très frais et communique avec lui au moyen de trappes pratiquées dans le plancher ; quatre fourneaux rustiques en angle assurent le chauffage ; les interstices entre les tuiles de la toiture échauffées par le soleil permettent la circulation de l'air.

6. Un local quelconque peut enfin être aménagé temporairement en magnanerie ; il suffit d'une salle de ferme ou d'habitation spacieuse de campagne. Comme condition essentielle, la salle doit avoir une capacité suffisante avec une cheminée tirant bien, une porte et un nombre de fenêtres suffisant pour assurer une bonne aération.

Conditions hygiéniques de l'élevage

Comme tous les êtres vivants, les vers à soie sont sujets à de nombreuses maladies. Jusqu'à présent, la question de la guérison de celles-ci n'a été que peu étudiée :

quelques vaccinations individuelles contre les dysenteries ont été tentées. Par contre la prévention a retenu toutes les recherches.

Le meilleur moyen de prévenir les maladies est une bonne hygiène obtenue en appliquant les principes énumérés précédemment : aération, lumière, chaleur, espace vital, nourriture saine et régulière, destruction des litières, etc.

Pour éviter le développement des épizooties et détruire tous les corpuscules, ferments, spores, microbes mélangés aux poussières et provenant des éducations précédentes, une hygiène bien comprise comporte de plus la désinfection complète des locaux et des matériaux après l'élevage : les murs et les plafonds sont blanchis au lait de chaux additionné ou non de sulfate de cuivre ; le sol et tout le matériel (claies, étagères, etc...) sont lavés avec une solution de formol à 4 % ou d'eau de Javel ou sulfatés avec un pulvérisateur Vermorel ; le local hermétiquement clos est désinfecté par des fumigations sulfureuses obtenues en brûlant 5 kilogs de soufre additionné de 250 grammes d'azote de potassium pour 100 m^3 ; on laisse en contact de 24 à 48 heures avant d'aérer.

Malgré toutes ces précautions, des maladies ou des accidents d'élevage peuvent survenir. Normalement l'éducation comporte un déchet de 10 % au minimum ; parfois de véritables épizooties se propagent dans les chambrées et les dévastent.

Pébrine.

La maladie la plus grave qui a attaqué les chenilles du B. mori est la pébrine qui a failli anéantir, vers la fin du second Empire, la Sériciculture française ; celle-ci a été sauvée par les travaux de Pasteur et cette maladie a presque complètement disparu des élevages français.

C'est à partir de 1849 que le terrible fléau commença à faire des ravages. Malgré les soins les plus assidus des plus habiles éducateurs, les chambrées dépérissaient : le plus souvent l'éclosion était bonne, mais à chaque âge on voyait des vers languissants, prenant peu de nourriture, restant plus petits que les autres et franchissant difficilement les mues ; d'où grande irrégularité dans l'édu-

cation. De plus, nombre de vers succombaient. Parfois, ces symptômes ne se manifestaient qu'après la quatrième mue, d'où cruelle déception pour l'éducateur. Le plus souvent, à la surface des vers malades, on remarquait des taches noires entourées d'une auréole jaunâtre, taches irrégulières comme si les vers avaient été saupoudrés de poivre, taches à ne pas confondre avec les cicatrices des blessures que se font mutuellement les vers avec l'ongle terminal des pattes antérieures. Parfois, même, le ver arrivait à faire son cocon, à se transformer en chrysalide et en papillon ; mais la chrysalide présentait une teinte noire à l'emplacement des ailes et les papillons naissaient avec les ailes recroquevillées ; le duvet qui recouvre leur corps était teinté de noir (papillons charbonneux).

Pasteur a établi que tous les vers d'une chambrée pouvaient être atteints sans qu'aucun d'entre eux l'accuse extérieurement par la présence des taches caractéristiques ; il démontra d'une façon irréfutable et définitive que la présence des corpuscules, signalés par Guérin-Menneville dès 1849 dans le sang des vers, dans le corps des vers, chrysalides et papillons, était le véritable indice et la cause de la maladie régnante.

Lorsqu'un sujet est fortement atteint de pébrine, tous les organes sont envahis par les corpuscules ; il n'est donc pas nécessaire pour les rechercher dans un individu de disséquer et de placer tel ou tel tissu sous le microscope : il suffit de le broyer dans un mortier avec quelques gouttes d'eau.

On croyait que ce corpuscule appelé « Corpuscule de Cornalia » était le parasite de la pébrine, mais les travaux de Balbiani, Pasteur et Ducloux, Stempel, ont reconnu que la cause du mal est un sporozoaire du genre Psorospermies, section des Microsporidies : le *Nosema Bombycis*, dont voici le cycle biologique d'après Paillot (36-37).

Les spores mûres se présentent sous la forme d'un corps ovoïde à paroi épaisse, brillante, réfringent, à contours noirs, mesurant 4 mû sur 2 mû ; répandues sur les feuilles de mûrier, elles sont ingérées par les vers ; leur filament polaire se dévagine sous l'influence des ferments digestifs ; en milieu favorable, elles donnent naissance à

une petite masse protoplasmique d'aspect amiboïde ; celle-ci grossit et se transforme en corps à un, puis deux noyaux ; ces éléments pénètrent dans le protoplasme des cellules épithéliales de l'intestin moyen où ils se transforment en schyzontes à deux noyaux en général ; puis apparaît une multiplication active par division et la pénétration dans les cellules de la plupart des tissus du ver se fait par scissiparité ou par segmentation. Quand les conditions sont défavorables, les schyzontes se transforment en sporoblastes à deux éléments ou donnent naissance aux spores. Tous les tissus de la larve sont envahis sauf la matière soyeuse.

Ce cycle demande *douze jours* pour s'effectuer.

Si le ver a ingéré des spores à la sortie de la quatrième mue, sa chrysalide présentera des quantités de corpuscules et ceux-ci se retrouveront dans les papillons et plus tard dans les œufs.

Si l'invasion a lieu plus tard, à la fin du cinquième âge, les corpuscules ne se rencontreront que dans les chrysalides âgées et dans les papillons, mais les œufs ne seront pas infectés.

Des femelles pourront donc donner naissance à deux sortes d'œufs non corpusculeux :

1° les uns pondus par des femelles saines ;

2° les autres pondus par des femelles envahies tardivement par les parasites, mais dont les ovaires n'ont pas eu le temps d'être infectés ; les vers nés de ces femelles sont d'ailleurs chétifs.

Quant à l'infection des mâles, elle ne peut se transmettre aux graines, car le parasite est trop volumineux pour traverser le micropyle de l'œuf.

La pébrine est contagieuse par les corpuscules contenus abondamment dans les cadavres et les crottins qui souillent les litières : après avoir écrasé un ver corpusculeux, Pasteur enduisit des feuilles de mûrier avec le liquide obtenu et les fit consommer à des vers ; tous contractèrent la maladie et donnèrent des papillons corpusculeux, tandis que les vers témoins, qui avaient absorbé des feuilles enduites d'une bouillie non corpusculeuse,

donnèrent des papillons sains. Or si l'on examine les poussières d'une magnanerie où l'éducation a été décimée par la pébrine, on trouve nombre de corpuscules mélangés aux spores de moisissures qui se sont développées dans les litières.

Mais les corpuscules vieux sont des organismes caducs incapables de se reproduire et de transmettre la maladie : en effet, Pasteur a constaté que six semaines après la mort de l'animal corpusculeux, les corpuscules contenus dans le cadavre étaient incapables de se reproduire et, par suite, de contaminer d'autres sujets.

Par contre, la pébrine est héréditaire par transmission par les œufs corpusculeux, c'est-à-dire pondus par des femelles dont les ovaires ont été envahis prématurément.

Pasteur, qui a effectué tous ses travaux sur la pébrine à Pont-Gisquet, près d'Alès de 1865 à 1869, résume ses observations en écrivant « qu'il n'y a de corpuscules pouvant se reproduire et se multiplier en passant d'une année à l'autre que ceux qui se trouvent dans l'intérieur même des œufs ».

D'où il a imaginé le remède de la sélection microscopique des papillons femelles et l'utilisation unique de graines provenant de femelles sélectionnées : le sachet contenant la femelle et sa ponte est ouvert ; le cadavre, privé de ses ailes et de ses pattes, est pulvérisé au mortier avec quelques gouttes d'eau ; si la bouillie examinée au microscope montre la présence de corpuscules, la ponte est à rejeter.

De cette manière, la sériciculture fut sauvée de la pébrine.

Muscardine.

Connue vers 1720, cette maladie, appelée communément « maladie du blanc » est occasionnée par le mycélium d'un champignon qui se développe dans le corps de la larve ; celle-ci se teinte en rose et l'animal meurt ; son corps durcit aussitôt, devient cassant et subit une véritable pétrification. En milieu humide, il se couvre en deux jours de nombreux filaments.

Le champignon parasite est le *Botrytis Bassiana* (*Beauveria Bassiana*), Mucédinées ; le mycélium se répand dans le corps du ver et émet des conidies qui, entraînées par le sang, donnent naissance à d'autres filaments. Après la mort, ceux-ci traversent la peau de la larve, grâce à la sécrétion d'une diastase qui a pour propriété de dissoudre la chitine, et émettent des spores blanches et sphériques de 1 à 2 μ de diamètre. La coloration rosée est due à la présence dans la peau du *Micrococcus prodigiosus*.

A l'intérieur du corps durci de la larve se trouvent de nombreux cristaux d'oxalate de chaux, de magnésie et d'ammonium.

Le *Botrytis Bassiana* peut d'ailleurs se développer sur toutes les chenilles ; d'autres *Botrytis* peuvent les parasiter, notamment le *B. tenella* est une des causes de la Muscardine rose.

La maladie est naturellement rendue très contagieuse par le transport possible des spores du champignon dont la faculté germinative est conservée plusieurs années ; mais la maladie n'est pas héréditaire, car la chrysalide périt toujours avant de se transformer en papillon ; suivant leur âge, les vers sont plus ou moins sensibles à la muscardine.

En Indochine, cette maladie fait de grands ravages au printemps, puis disparaît : en été très humide, il n'y a jamais de vers contaminés, parce que la température supérieure à 30° empêche les spores de germer.

Dès que la maladie se déclare dans une chambrée, il est indispensable de brûler immédiatement les vers malades ou morts, ainsi que les litières, en remuant celles-ci le moins possible et en évitant les courants d'air, ce qui aiderait à la dispersion des spores. Il faut espacer les vers bien portants, désinfecter le local en brûlant au moment des repas 25 grammes de soufre pour 100 m³, car l'anhydride sulfureux tue les spores et les filaments. Il faut de plus assécher l'air en déposant, de place en place, des récipients contenant de la chaux vive.

Pour prévenir la maladie, on a préconisé de désinfecter les œufs par immersion dans une solution de lusoforme à 5 % ou de sublimé à 1 pour 1.000 ; le liquide

ne peut pénétrer sous la coque. Il faut de plus désinfecter le local et le matériel par la nitrosulfuration.

GRASSERIE.

Cette maladie, la plus anciennement connue, atteint les vers peu de jours avant la montée ; leur épiderme devient luisant et prend une teinte jaunâtre tandis que les anneaux se gonfluent ; une sérosité laiteuse, huileuse et malpropre suinte à la surface de la peau. Les larves malades ont l'aspect de sacs remplis de liquide blanc-laiteux (races à cocon blanc ou vert), jaune-citron (races à cocon jaune) ; tous les organes sont détruits par ce liquide dont la coloration provient de la dissolution des glandes soyeuses. Les larves malades arpentent les claies et meurent avant de faire leur montée. Si elles parviennent à effectuer celle-ci, elles succombent dans le cocon.

Le ver atteint de grasserie est inodore, tandis que celui atteint de flacherie, comme nous le verrons plus loin, présente une odeur infecte.

Le mal sévit surtout chez les grosses races lentes à monter et quand surviennent des conditions défavorables à la respiration et à la transpiration des vers : chaleur humide, défaut d'aération, temps orageux.

Le trouble de l'exsudat est dû à d'innombrables corpuscules réfringents hexaédriques, prenant naissance dans les noyaux des cellules parasitées et qu'on a considéré longtemps comme la cause de la maladie.

En réalité, l'agent pathogène est un virus filtrant découvert par Paillot (36-37) ; examiné à l'ultra-microscope, le sang présente de très nombreux granules faiblement éclairés et animés de mouvements browniens rapides et de grande amplitude.

Le filtre Chamberland à pores grossiers laisse passer les granules ultra-microbiens, le filtre à pores fins les arrête et le filtrat est inactif. La centrifugation ordinaire n'a pas d'action ; seule la centrifugation à grande vitesse (100.000 tours-minute) permet de séparer les granules ultra-microbiens.

D'après Paillot (37), dans le corps du ver « gras ». on constate la présence d'un « parasite se multipliant

principalement dans le noyau de certaines cellules de l'organisme et capable d'y déclancher les processus morbides qui aboutissent à l'élaboration, aux dépens de la substance nucléaire, de corpuscules polyédriques ».

Le sérum de lapin immunisé contre le virus et les corpuscules polyédriques acquiert des propriétés agglutinantes spécifiques contre ces éléments. Ces corpuscules polyédriques, qu'on a regardé au début comme le parasite de la maladie, puis comme des produits de réaction de l'hôte, sont formés en réalité par le virus lui-même ; ils constituent, d'après Paillot (36), de véritables réservoirs de virus. Cet auteur vient de prouver de plus que la maladie peut se transmettre par l'œuf (37).

La grasserie, très contagieuse, nécessite des soins immédiats dès son apparition : incinérer les malades et les morts, déliter, augmenter le nombre des repas pour activer l'éducation. Jusqu'à ces dernières années, on ne considérait pas cette maladie comme héréditaire, mais la prédisposition à la maladie le serait.

Dysenteries infectieuses.

Dans la *Gattine* (lucette, maladie des têtes claires, clairette, macilenza), la partie antérieure du corps est gonflée et devient plus ou moins translucide ; le ver n'a pas d'appétit, rejette par la bouche un liquide clair et filant et ne grossit pas ; son corps est mou et ridé par suite de l'absence presque totale de tissu adipeux ; aux quatrième et cinquième âges, il est transparent par suite de la vidui té presque complète du ventricule. La larve a une diarrhée quasi constante ; les matières fécales émises présentent une réaction acide.

On attribuait autrefois cette maladie à la débilité des reproducteurs, à une mauvaise conservation de la graine et à un chauffage exagéré.

D'après Paillot (36), la cause première de la maladie est un ultra-virus analogue à celui de la grasserie ; la cause secondaire est un micrococcus en chapelet : le (*Streptococcus bombycis*, dont le contenu intestinal de la chenille est très riche.

L'ultra-virus seul peut déterminer les lésions carac-

téristiques du noyau des cellules du tiers postérieur de l'intestin moyen ; seul il détermine la contagiosité.

Parfois, l'influence secondaire est due au *Bacillus bombycis*, il s'agit alors de la *Flacherie de Pasteur*, dont, d'après les derniers travaux en cours, l'infection primaire serait également due à un ultra-virus (37).

Ces ultra-virus se transmettent par l'œuf ou par les germes qui souillent les magnaneries.

La *Flacherie vraie* ou « maladie des tripes », des morts « blancs » ou « flats », qui se manifeste après la quatrième mue, provient d'une fermentation produite dans le tube digestif du ver ; celui-ci devient languissant, mou ou « flat », sans appétit ; il se déplace sur les claies et vomit quelques gouttes d'un liquide noirâtre d'odeur aigre due à des acides gras volatiles résultant de la décomposition des feuilles ; puis le ver meurt ; ou, montant sur la bruyère, il prend une attitude caractéristique, devient immobile sur les rameaux, puis se laisse tomber la tête en arrière, en restant suspendu par les crochets des fausses pattes. Souvent une chambrée entière meurt en 24 heures.

Parfois, les vers parviennent à se transformer en chrysalides qui se décomposent en une bouillie noire (cocon fondu) ; parfois même un papillon à l'abdomen noirâtre prend naissance ; ses déjections noires salissent les toiles des châssis de ponte.

Pasteur a démontré la présence dans l'estomac de la larve de deux microorganismes :

1° un coccus en chapelet : le *Streptococcus Pastorianus* qui produit une véritable fermentation de la feuille ;

2° un bacille parfois sporé qui occasionne la putréfaction du ver en attaquant les parois du tube intestinal qui ne fonctionne plus ; à l'intérieur, la matière se liquéfie, se putréfie ; la peau se plisse. Le bacille perfore l'intestin, se répand dans tout le corps qui devient mou ; les tissus se résolvent en bouillie et la peau devient noire.

La flacherie est héréditaire, non pas par transmission des germes, mais par une plus grande disposition à contracter la maladie. Pasteur a montré par expérience que tous les reproducteurs choisis dans des lots atteints

de flacherie ont donné des éducations décimées par cette maladie. La poche stomacale des sujets atteints ou suspects contient le ferment en chapelet ; mais on n'y rencontre jamais de bacilles, car ceux-ci ont entraîné la mort rapide du sujet.

La flacherie est très contagieuse : Pasteur a déterminé la flacherie chez des sujets sains en leur faisant absorber de la feuille souillée par des bacilles ou des ferments en chapelet ; la contagion ayant uniquement lieu par le tube digestif, le ver absorbe ainsi avec sa nourriture les poussières chargées d'organismes récents ou anciens. Si le ver est robuste, il résistera ; s'il est débile, la maladie se développe : ceci arrive quand une cause quelconque vient apporter des troubles dans le bon fonctionnement des organes de la chenille : manque d'aération, température chaude et humide, trop grand entassement des vers, fermentation des litières, température trop élevée surtout au moment des mues, fourniture de feuilles fermentées ou malpropres.

Ainsi si l'exhalaison de l'eau par la peau ne se fait pas, la digestion devient difficile : cocci et bacilles répandus à profusion dans les poussières de l'air se développent rapidement dans l'intestin ; de même, un simple changement dans la qualité de la feuille produit le même effet. Si on distribue des feuilles trop aqueuses, comme celles des mûriers taillés tous les ans, les vers sont obligés d'absorber inutilement et d'exhaler ensuite une trop grande quantité d'eau, si l'équilibre n'est pas très bien établi, la flacherie peut se déclarer.

Cette maladie peut détruire rapidement toute une récolte, si l'on ne prend pas dès son apparition les mesures suivantes : enlever les vers malades ou morts et les brûler, déliter et espacer les survivants, les faire jeûner pendant 24 heures, pousser ensuite activement l'éducation en chauffant et en distribuant de nombreux repas de feuilles fraîches, propres et non humides.

Certaines races résistent à la flacherie. Pasteur avait déjà remarqué que les races chinoises et japonaises étaient beaucoup plus résistantes à la flacherie que nos races indigènes et il attribuait cette résistance à la brièveté de la vie de la larve de ces races. De même, les magnaniers

ont remarqué que, d'une façon générale, les races à petits vers sont plus résistantes que les races à gros vers. G. Coutagne nous en donne la raison : quand un ver devient plus grand, sa surface croît comme le carré de ses dimensions et son volume comme le cube, de sorte que le rapport de sa surface à son volume diminue progressivement ; dès lors, la transpiration cutanée s'effectue dans des conditions de plus en plus défavorables.

Dysenteries amicrobiennes.

Assez rares, elles revêtent plusieurs formes et ont été signalées par Paillot (36) :

a) La *dysenterie des filatures* est causée par un poison organique accompagnant les produits de secrétion et d'excrétion du ver à soie ; elle est due aux poussières de cocons souillant les feuilles de mûrier lorsque les filatures sont proches des magnaneries.

b) La *dysenterie flaccidiforme,* causée par des fautes d'éducation ne paraît pas contagieuse ; elle est due à des changements brusques des conditions d'élevage surtout pendant et aussitôt après une mue.

c) La *fausse-flacherie* est une dysenterie caractérisée par la rapidité de son évolution et par ses symptômes qui rappellent ceux de la flacherie ; mais elle n'est pas microbienne.

Parfois les vers paraissent comme frappés d'apoplexie à la montée ; c'est ce que Pasteur appelait les « morts-flats » ou « morts-blancs ». Paillot a trouvé dans leur contenu intestinal de nombreux vibrions d'espèces variables, mais de cause inconnue. Cet auteur nomme cette maladie la *pseudo-flacherie*.

Autres maladies et accidents d'elevage.

Des mouches parasites attaquent les élevages surtout en Extrême-Orient. En Cochinchine, certaines espèces de Diptères appelées « Con-Lang » s'abattent sur le ver sur lequel elles déposent un, deux ou trois œufs ; au bout de quelques heures, les larves naissent, pénètrent dans le corps du Bombyx dont elles consomment et réduisent en

bouillie tous les organes mais surtout le tissu adipeux. On préserve les élevages de la maladie de la mouche avec des moustiquaires.

Au Japon, *Ugymia sericardia* pond ses œufs à la surface inférieure des feuilles de mûrier ; les larves éclosent dans l'estomac du ver et s'attaquent à tous les tissus ; on évite cette maladie en aérant les plantations de mûriers.

Citons encore deux ennemis des graines : le *Dermestes lardarius* et la larve de l'*Anthenus varius*, dont on les préserve par lavage et séchage.

Les ennemis des cocons sont les rats, les dermestes, dont les larves percent les cocons pour dévorer les chrysalides.

Autres espèces productrices de soie

La soie est devenue par ses multiples emplois un article de première nécessité après avoir été tout d'abord un objet de luxe ou de mode. Par suite de son immense consommation, on a cherché des produits similaires à la vraie soie du Bombyx mori et d'un prix moins élevé.

La plupart des chenilles filent un cocon plus ou moins régulier, soit pour s'abriter contre les intempéries, soit pour opérer à couvert leur transformation en chrysalides et en papillons. On est arrivé à retirer de ces *soies sauvages*, ainsi appelées et importées surtout d'Asie sous le nom de *tussah*, des soies moins fines, moins régulières et moins tenaces, offrant cependant des qualités suffisantes pour être utilisées et avoir de nombreuses applications.

Les principales espèces de chenilles sauvages font deux sortes de cocons : ouverts, qui ne peuvent être filés et sont traités comme les déchets de soie ; fermés, pouvant être dévidés si on les prend avant la sortie des papillons.

Nous citerons brièvement et, d'après E. André (1), les plus connues de ces espèces séricigènes sauvages, en insistant plus particulièrement sur celles qui ont été élevées pratiquement :

Callosamia Promethea, originaire d'Amérique.

Callosamia Angulifera, originaire d'Amérique également.

Samia Cecropia, de même origine que les précédents, vit sur le prunier et l'aubépine ; la soie est assez bonne.

Epiphora Bauhiniae donne une soie utilisée au Sénégal.

Philosamia cynthia ou ver à soie de l'Ailante, qui est originaire de Chine, mais dont l'élevage expérimental et industriel a été tenté en France, un peu partout, vers 1866-67, lorsque les magnaneries du Midi étaient décimées par la pébrine. L'aliment de prédilection est la feuille d'ailante ou Faux-Vernis du Japon ; mais la larve accepte également d'autres feuilles, celles du lilas en particulier. Le rendement des éducations fut très bon ; quoique moins facilement dévidable que celui du B. mori, le cocon fournit une soie fine, de bonne qualité, mais brune. Cet élevage, préconisé par Guérin-Menneville en 1860, a fait l'objet d'un véritable engoûment vers la fin du second Empire, mais a été abandonné depuis sans aucune raison. Le papillon a subsisté à l'état sauvage, par exemple, à Paris, sur les Ailantes de l'avenue des Gobelins. La chenille ressemble à celle du ricin : brune, puis jaune orangé avec piquants noirs, puis verte avec une teinte bleutée aux excroissances et aux pattes dont la pointe est jaune clair. Le cocon grisâtre, très grossier, est confondu facilement avec un amas de feuilles sèches. Debarrassé de sa bourre, il présente au contraire un aspect très régulier, en forme d'olive, percé à une extrémité. Les cocons, au nombre de 450 au kilog, ne sont pas dévidables, car la bave grise est grossière. Ces chenilles s'élèvent en liberté ; aussi faut-il les préserver des insectivores et récolter les cocons sur les arbres après la sortie des papillons ; ceux-ci ont 0 m. 12 d'envergure ; les ailes sont d'une belle couleur marron tirant sur le vert et sont traversées de deux bandes juxtaposées, l'une blanche, l'autre rose-lilas. Ces papillons volent très bien et vont parfois à de grandes distances à la recherche des femelles qui restent sur l'arbre où elles naissent ; ces dernières déposent une ponte triangulaire sur les feuilles.

Philosamia pryéri est originaire du Japon et fournit une soie moins fine que celle du B. mori.

Philosamia ricini vit sur les feuilles de ricin ; il a fait l'objet d'un élevage semi-industriel aux Indes, en

Annam et en Chine. Les chenilles sont petites, voraces, d'abord brunes, puis jaunes, puis vertes avec des excroissances, en forme de piquants, enfin jaunes. Le cocon est blanc, non dévidable ; on en compte 550 au kg. Le papillon est noir avec deux bandes blanches sur les ailes ; il vole très bien. Son élevage est très facile. Le croisement de P. cynthia × P. ricini donne naissance à des larves qui acceptent le ricin.

De nombreux autres *Philosamia* fournissent des cocons à soie utilisable.

Attacus Atlas est élevé aux Indes pour sa soie qu'on utilise dans l'industrie de la Schappe ; il se rencontre dans toute l'Asie et surtout en Chine : la chenille se nourrit de feuilles de chêne, de saule, d'épine-vinette et vit deux mois ; après chacune des six mues, la chenille change de couleur : d'abord noire avec tubercules recouverts de poils blancs, elle devient de plus en plus claire, jaunâtre, puis vert-clair à tubercules recouverts d'un beau bleu-azur. Le cocon est ovoïde et gris ; à une extrémité, se trouve un réseau de fils plus lâches, s'écartant facilement du dedans au dehors, mais non en sens inverse. Le papillon est le plus grand de tous les Lépidoptères connus : il a 25 cm. d'envergure et est de couleur gris-fer avec une bande noire sur fond jaune au bord externe des ailes ; une série de lignes noires, blanches et roses divisent les ailes en deux parties ; chacune des ailes porte une tache triangulaire transparente entourée d'une auréole noire. L'élevage est très facile à l'air libre et les chenilles restent sur l'arbre où elles sont nées. Le cocon est difficilement dévidable ; il est cardé et la soie obtenue sert à la confection d'étoffes grossières, mais très résistantes et presque inusables.

Attacus aurota est originaire de l'Amérique centrale et du Sud ; l'élevage en est facile en Guyane où il donne 5 à 6 générations par an ; la soie est de bonne qualité.

Attacus orizaba, originaire du Mexique, se nourrit de feuilles de lilas et de troëne ; il est acclimatable en France ; sa soie est d'un brun-clair.

Telea polyphemus, originaire de l'Amérique du Nord, vit sur le chêne et sur de nombreux arbustes indigènes ; des essais d'acclimatation ont été pratiqués avec succès

en France et la soie fournie est bonne, fine, nerveuse, brillante.

Antherea Yama-Mai, originaire d'Asie, a été acclimaté en France ; il est cultivé au Japon sur le chêne et donne un fil de soie possédant les mêmes propriétés que celui fourni par le B. Mori ; le tissu obtenu est le Tussor du Japon. La chenille est d'une couleur d'un beau vert transparent avec, latéralement, des points d'un brillant métallique ; les cocons d'un vert-clair ou d'un jaune-vert, sont au nombre de 200 au kilog et sont facilement dévidables : La soie est brillante, jaune canari ou verdâtre. Les papillons ont 15 cm. d'envergure et présentent de superbes coloris variant à l'infini.

Antherea pernuyi, élevé en Chine, sur le chêne, émet un fil de soie qui sert à tisser le Tussor de Chine. Originaire de Chine, les chenilles jaune et vert sont élevées surtout en Mandchourie à l'état semi-domestique : on les abrite dans des cabanes, puis on les place sur les arbres. L'élevage a été essayé avec succès en France, en Espagne et en Italie : Les cocons sont gros, blancs et au nombre de 450 au kilog ; un kilog donne 200 grammes de soie grège. Les papillons, de 15 cm. d'envergure, ont des ailes grises avec bande transversale claire ; sur chaque aile, se voit une tache en forme d'œil. La plupart des cocons, expédiés dans le Chantoug, sont dévidés dans de nombreuses filatures de même que ceux du B. Mori ; les fils servent à confectionner des tissus appelés pongés.

Antherea mylitta est élevé aux Indes sur le chêne, le ricin et différents Rhamnus ; il fournit la soie Tussah ou Tussor des Indes, nom qui a été donné par extension à toutes les soies sauvages. Introduit en Europe, il est élevé à l'état semi-domestique ; la durée d'élevage est de 2 mois à 24° ; les cocons sont bruns, terminés par une boucle d'attache, à l'intérieur jaunâtre, et sont au nombre de 100 à 350 au kg. Les papillons sont d'une beauté remarquable, de 16 cm. d'envergure et les ailes sont d'une couleur cendrée avec des teintes vertes et rouge-vineux. La soie est filée ou cardée par des procédés spéciaux et employée pour des étoffes d'ameublement et surtout pour la confection de la « peau de loutre » pour vêtements d'hiver.

Anthherea Assam abonde dans l'Inde, l'Assam est élevé en demi-domesticité ; il y a 5 générations par an et les œufs éclosent à l'abri de cases ou de cabanes ; les chenilles se nourrissent de feuilles diverses et sont recueillies à maturité pour coconner sur des bois préparés à cet effet. On obtient 1 kilog de soie pour 9 kilogs de cocons secs ; la production est consommée sur place.

Saturnia pyri, le grand paon de nuit, le plus grand des papillons d'Europe, vit sur presque tous les arbres fruitiers : poiriers, pruniers, cerisiers ; la soie est peu utilisable.

Saturnia carpini, le petit paon de nuit, vit sur le charme, la ronce, le framboisier et d'autres arbres fruitiers ; le cocon est presqu'impossible à dévider ; mais la glande séricigène étirée peut être utilisée comme fil de pêche.

Saturnia pyretorum vit sur le camphrier et le *Liquidambar formosana* aux Indes, en Indochine et en Chine ; la soie est d'un gris-argent et très tenace ; la glande étirée sert à fabriquer des fils de pêche qu'on a également préconisé comme crin chirurgical. Les chenilles sont très vagabondes et très voraces et défeuillent complètement les arbres ; elles sont vertes avec des raies jaunes, garnies de poils longs et urticants ; à maturité, la couleur devient laiteuse et les poils ne piquent plus : c'est le moment que les indigènes choisissent pour les récolter, point très important, car avant maturité complète, le fil est de mauvaise qualité. Les cocons sont grossiers à grès abondant. Le papillon a environ 10 cm. d'envergure, il est noir et gris avec une tache en forme d'œil sur les ailes inférieures. Les fils ont un intérêt très grand à cause de leur longueur et sont très demandés par la consommation locale, notamment pour la fabrication de chapeaux.

Lasiocampa otus fournissait la soie que les Anciens tiraient de l'île de Cos ; cette soie est fine et légère et les tissus étaient appréciés, mais inférieurs à ceux de l'Asie. Les chenilles se nourrissent de feuilles de cyprès, lentisques, térébinthes, ormes, pendant deux mois en passant par 3 mues ; en hiver, elles se retirent au pied des arbres et s'enfouissent sous les feuilles. Les cocons sont verdâtres, ovoïdes, de tissu lâche, ouverts à une extrémité

et au nombre de 150 au kilog ; il faut 2.000 cocons pour 1 kilog de soie. Les papillons sont recouverts d'écailles grises. D'après Pline, les cocons étaient dévidés au fuseau après avoir été ramollis dans l'eau chaude ; la bave très résistante rend ce déroulage difficile.

Borocera Madagascariensis fournit une soie qui, filée et tissée, donne des pièces d'étoffe utilisée comme linceul. La larve est très polyphage, mais vit de préférence sur les arbres fruitiers ; elle est très coureuse et attache son cocon sur les arbres ou le dépose au milieu des herbes ou des feuilles sèches. Cette espèce est polyvoltine ; l'élevage demande trente jours dans la zone chaude du littoral. Les cocons ovales gris, à tissu très serré, sont filés après ébullition dans une solution de cendres, et macération de 10 jours.

Ureophila mandarina, originaire de Chine, introduit en France en 1884, ressemble beaucoup au ver à soie et vit sur le mûrier ; il fournit un cocon de tissu régulier et très serré, très solide, dont la soie sert à confectionner des ceintures, des voiles, des turbans.

Sauf pour certaines races d'Extrême-Orient, tous ces élevages ont été abandonnés, car l'éducation de la larve du B. mori est plus facile : cette chenille n'est en effet pas vagabonde et il est possible de l'élever à l'abri des intempéries et de ses ennemis naturels.

Le B. mori tisse en outre un cocon fermé, facile à dévider après immersion dans l'eau chaude. De plus, le mûrier, facile à cultiver, se contente de sols médiocres et se laisse tailler.

Avant de clore ce chapitre, signalons comme curiosité que la soie d'une espèce particulière d'araignée originaire de Madagascar a été également utilisée pour filer et tisser ; l'étoffe obtenue est incomparable et d'une remarquable finesse et d'une grande résistance.

Ces araignées sont enfermées dans une série de petites loges qui, par une ouverture spécialement ménagée, présentent la partie postérieure de l'abdomen de l'animal. Cette ouverture est munie d'un treuil minuscule sur lequel on enroule tous les jours une certaine longueur de fil.

Il est difficile d'apprécier l'importance de la production des soies provenant d'espèces sauvages, car les statistiques manquent et les seuls chiffres sont ceux de l'importation en Europe avant la guerre 1914-18. Cependant la consommation indigène paraît très considérable.

LA SOIE

LA SOIE NATURELLE

La transformation du cocon obtenu par le sériciculteur en étoffe utilisable comporte une série de phases dont l'ensemble constitue l'industrie de la soierie.

Traitement des cocons

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les cocons destinés à être dévidés pour en retirer le fil de soie sont enlevés de la bruyère pour être vendus à l'industrie.

Mais le cocon de filature est une marchandise essentiellement périssable, puisque, de 15 à 18 jours après sa formation, le papillon en sort en perçant la coque soyeuse qui ne peut plus être dévidée et qui n'est utilisable alors que pour l'industrie de la Schappe. Le fil n'est pas coupé, les brins sont simplement écartés ; mais, pour le dévidage, les cocons sont placés dans une bassine d'eau et doivent surnager ; or, s'ils sont percés, l'eau pénètre à l'intérieur et ils sont submergés. De plus, le liquide alcalin émis par le papillon pour sortir et les déjections dont il salit les cocons détériorent la soie.

Jusqu'à ces derniers temps, le magnanier devait donc se débarrasser de sa récolte dans le faible laps de temps de huit jours s'étendant entre le décoconnage et le papillonnage ; en général, la vente était traitée dix jours après la « montée » dans des conditions très dures pour le producteur qui, dans l'obligation absolue de liquider

ses cocons, les cédait sans même connaître à l'avance et, par conséquent, sans pouvoir en discuter, le prix qui lui serait payé.

L'acheteur pratiquait immédiatement l'étouffage de la chrysalide et la conservation était assurée. Autrefois, pour l'étouffage, les cocons étaient placés dans des paniers peu profonds qu'on introduisait dans un four de boulanger ; la température n'étant pas réglée, la soie était facilement détériorée par un excès de chaleur.

Actuellement, ce sont les Coopératives Séricicoles qui se chargent de ces questions pour le compte de leurs adhérents ; de plus, elles stockent les cocons tués sur lesquels elles pratiquent des avances de fonds. La vente n'est donc plus conditionnée par le temps et pourra s'effectuer au moment où le cours sera le plus avantageux.

La chaleur humide ou la chaleur sèche sont préconisées pour tuer les chrysalides.

L'étouffage à la vapeur à une température de 75 à 80° agissant pendant 10 minutes doit être suivi d'un séchage à l'abri du soleil ; pour cela, les cocons sont étendus pendant trois mois dans un endroit sec, en couches de 10 cm. d'épaisseur ; la masse est remuée à la pelle une fois par jour pendant le premier mois, une fois tous les deux jours pendant le second mois et deux fois par semaine pendant le troisième mois. Mais, pendant ce temps, il faut préserver la masse des attaques des rats et des dermestes. Aussi, depuis quelques années, pour éviter des ennuis et gagner du temps, utilise-t-on des séchoirs à air chaud qui, en quelques heures, dessèchent complètement les cocons.

L'étouffage à la chaleur sèche commence à être utilisé actuellement ; peut-être l'opération est-elle de plus longue durée qu'avec la chaleur humide ; mais elle est préférable, car la vapeur présente l'inconvénient de ramollir la soie et de nécessiter un long séchage, ce qui est nuisible à la qualité du textile.

L'appareil utilisé est un étouffoir-séchoir, sorte d'étuve à air chaud ne dépassant pas une température de 90° ; l'opérateur doit être très expérimenté pour maintenir une température constante pendant le temps nécessaire et

suffisant ; un coup de feu peut rendre tous les cocons inutilisables, la soie étant brûlée ; par contre, une température trop peu élevée permet à quelques chrysalides d'échapper à la mort : les papillons qui en sortent constituent un déchet et salissent tous les cocons voisins par leurs déjections. La conservation des cocons ainsi étouffés est théoriquement indéfinie.

Notons que, dans ce but, on peut aussi utiliser des vapeurs nocives, telles que celles de la chloropicrine, par exemple.

Une fois tués, les cocons secs sont soumis à des séries de triages suivant la qualité et la finesse de leur grain et suivant leur grosseur. Les cocons défectueux sont éliminés : cocons « morts », « fondus », ou « chiqués », pleins d'un liquide noir et nauséabond, cocons muscardinés, pébrinés, « flats », percés par un diptère dont la larve s'est développée dans la chrysalide, cocons doubles, mal formés, inachevés, minces, non homogènes, etc...

Dans les élevages indigènes, la présence de 5 à 6 % de cocons doubles est normalement constatée ; cette anomalie se produit lorsque deux vers, faute d'espace, se gênent mutuellement et s'associent pour tisser un même cocon ; ce dernier renferme deux chrysalides, est indévidable et voué au rebut pour la filature.

Au point de vue sexualité, d'après Sécretain, 45 % des cocons doubles donnent naissance à un mâle et à une femelle, 33 % à deux femelles et 22 % à deux mâles.

Il nous a été donné de visiter une Coopérative Séricicole outillée pour traiter 100.000 kilogs de cocons frais pendant la saison.

Ceux-ci sont tout d'abord étouffés dans de vastes appareils susceptibles de tuer 3.000 kilogs de cocons par jour ; chaque chambre d'étouffage est constituée par quatre plans superposés de tapis roulants métalliques grillagés se déplaçant en sens inverse les uns par rapport aux autres et chargés de cocons ; un ventilateur puissant envoie l'air chaud à 80-90° au-dessous du tapis inférieur, le courant d'air traverse de bas en haut les quatre couches de cocons et ressort à la partie supérieure à 30-40°. Les cocons sont animés de lents mouvements horizontaux de translation et tombent successivement d'un

tapis sur le tapis inférieur ; ils sont ainsi chauffés graduellement et complètement séchés dès la sortie de l'appareil. Ceci est d'une grande importance pour le rendement en filature.

Les cocons sont ensuite « déblazés » par un appareil qui leur enlève leur première enveloppe vaporeuse ou « blaze » ; celle-ci est vendue à l'industrie de la Schappe.

Puis les cocons passent dans le calibreur constitué par un tambour formé de barres métalliques dont l'écartement est fixé de telle sorte qu'il permet de classer les cocons suivant leur grosseur ; ceux-ci sont poussés en avant par une vis sans fin située dans l'axe de l'appareil.

Ils sont conduits ensuite en deux rangées sur le tapis roulant d'une table de triage entourée d'ouvrières chargées d'écarter au fur et à mesure de leur passage les cocons défectueux.

Ceux de bonne qualité, classés en trois catégories : fine, premier et deuxième choix, sont conservés pour la vente à la filature ; les autres sont cédés à l'industrie de la Schappe.

Qualité et richesse soyeuse des cocons

Dans nos contrées, les sériciculteurs éduquent généralement trois races à quatre mues : celle à cocon jaune, celle à cocon vert et celle à cocon blanc. Les variétés sont nombreuses suivant la forme et la taille des cocons, suivant la coloration ou le relief de la peau de la larve etc., et de nombreux croisements ont été heureusement opérés. (Voir au chapitre précédent).

Les diverses races de vers a soie.

Leurs caractères varient suivant le climat, l'altitude, la qualité de la feuille et au point de vue surtout de la forme, de la finesse et de la nuance des cocons. Voici rapidement énoncés quelques-unes des races les plus importantes et leurs caractères :

1° *Races indigènes* : a) *Cocons jaunes* :

1. *Cévennes* : ver blanc, très beau cocon jaune uniforme de tissu serré ; 440 au kg ; soie de très belle qua-

lité. Rendement en soie : 1 kg de soie grège pour 11 kg de cocons frais (R = 11) ;

2. *Var* : ver blanc, gros cocon allongé de couleur jaune rosée ; race sensible à la flacherie ; 415 au kg ; soie de bonne qualité ; R = 10.

3. *Pyrénées* : petit ver blanc, petit cocon très dur à tissu très serré ; 550 au kg ; R = 9,5.

4. *Abruzzes* : ver blanc devenant verdâtre ; gros cocon jaune rosé à reflets dorés ; 415 au kg ; riche en soie.

5. *Ascoti* : très petit ver, mais très vigoureux, cocon moyen jaune rosé.

6. *Ver zébré à cocon jaune* : race recherchée dans certaines régions, car les vers sont prompts à la montée.

b) *Cocons blancs* : ver blanc indigène, d'Andrinople ou de Bagdad ; ces derniers sont à gros cocons à bout pointu et à œufs très petits non adhérents : 1.500 au gramme. Environ 3 kilogs de cocons au gramme.

c) *Vers à trois mues* : cocon blanc ou jaune ; plus grande rapidité d'élevage, consommation réduite de feuilles, mais cocons plus légers, peu riches en soie, souvent défectueux.

2° *Races exotiques* : En Extrême-Orient, les cocons fournissent de grandes quantités de soie exportées en Europe et en Amérique ; il y a une très grande variété de formes et de couleurs. Les variétés chinoises surtout sont restées cantonnées dans leur pays d'origine, sans aucun croisement ni mélange.

a) *Races monovoltines* :

1. *Races chinoises* : petit ver blanc, petit cocon blanc à grain très fin ; 850 au kg ; dévidage parfait. Cette variété est celle qui convient le mieux pour les croisements avec les jaunes d'Europe : les vers issus ont une très grande vigueur et une grande résistance à la flacherie.

2. *Races japonaises* : très nombreuses, à cocon blanc et à cocon vert ; ces dernières sont abandonnées.

b) *Races bivoltines* : les œufs éclosent en juin peu après la ponte et permettent d'obtenir une seconde récolte. Très nombreuses au Japon, vers plus vigoureux, évolution plus rapide, mais rendement en soie plus faible et soie de moins bonne qualité.

c) *Races polyvoltines* : très petit ver à évolution très rapide, très résistant à la flacherie et à la grasserie, très précieux pour les régions à climat chaud et humide ; consommation moindre de feuilles : 700 à 800 kg au lieu de 11 à 1.200 kg. Ces vers ne montent pas à la bruyère, mais font leur cocon dans les feuilles à la place où ils se trouvent ; d'où nécessité de les prendre à la main et de les placer sur des claies en bambou.

1. *Races japonaises* à petit ver blanc et cocon blanc.

2. *Races d'Indochine* à très petit ver blanc, très résistant, à évolution en 18 ou 20 jours ; cocon jaune d'or, très léger : 1.000 à 1.200 au kg. R = 25.

Les variétés les plus recherchées de France sont celles tirées des Cévennes et du Var, à cocon jaune de dimension moyenne, qui fournit un fil plus tenace et plus élastique.

La valeur commerciale des cocons dépend de leur richesse soyeuse ; comme nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre précédent, celle-ci est donnée par la formule de Coutagne : si p est le poids de la coque et P le poids total du cocon, le rapport r de la richesse en soie sera donné par la formule :

$$r = \frac{p}{P} \times 100$$

Théoriquement ce rapport est de 14,5 à 15 ; mais pratiquement la quantité de soie filée obtenue avec 100 grammes de cocons frais n'est que de 10 gr. 76.

La richesse soyeuse des cocons dépend du climat, de l'altitude (et ceux des montagnes sont des plus appréciés), de l'élevage et de la nourriture. De nombreuses recherches scientifiques ont été entreprises pour augmenter la quantité de soie fournie par un même poids de

cocons et pour sélectionner et améliorer les races d'élevage.

On a pensé que la richesse soyeuse était sous l'influence du sexe ; mais des expériences ont permis de se rendre compte que celui-ci n'avait qu'un très faible rôle sur le poids de la coque (57).

Puis des chercheurs ont songé à établir une relation entre les poids des œufs et la richesse soyeuse ; mais les graines les plus lourdes n'ont pas donné un rendement supérieur en soie.

L'augmentation de la richesse soyeuse par la sélection des œufs en lumière de Wood a donné des résultats plus intéressants : ainsi examinés, les œufs paraissant de couleur violette donnent des cocons à richesse soyeuse plus élevée que ceux paraissant de couleur jaune-clair.

Secrétain et Schenk (63) ont sélectionné les races à la lumière de Wood : au bout de cinq ans de sélection annuelle portant sur les graines, sur les vers et sur les cocons, ils ont obtenu des lots de cocons ou uniformément violets ou uniformément jaunes sous ces rayons. Cette possibilité d'homogénéiser les races est très importante pour certaines industries de la soie, en faisant disparaître les « coupures de nuances » ; ce défaut, surtout sensible en bonneterie, réside en ce que des soies provenant de cocons de même race et d'un même élevage, décreusées ensemble et teintes dans un même bain, ressortent avec des coloris légèrement différents ; les soies présentent en effet pour la teinture des différences d'affinité dues à des différences de nature révélées par leur examen sous les rayons de Wood ; les fils les plus chargés de grès présentent une coloration d'un beau jaune vif ; les moins chargés de grès présentent une coloration d'un violet franc ; ces différences sont imperceptibles sous la lumière blanche solaire ou artificielle.

La soie grège.

Fabrication de la soie grège.

Les cocons secs sont livrés à la filature pour y être traités : le filage consiste à dévider la bave des cocons

et la soie grège ou soie filée s'obtient en réunissant plusieurs baves.

Le dévidage se pratiquait autrefois dans les magnaneries par immersion des cocons dans l'eau bouillante et étirage du fil à la main ; ce procédé serait d'ailleurs toujours employé en Chine, d'après Pearl Buck (cf. « Le Patriote »).

Suivant les espèces de cocons, le fil de soie obtenu, pesant au plus 0 gr. 25, peut atteindre de 500 à 1.200 mètres à l'étriage et, quoique relativement plus résistant qu'un fil d'acier de même diamètre, il est beaucoup trop fin pour être utilisé tel quel. Aussi dévide-t-on plusieurs cocons à la fois et les fils sont unis par une torsion légère à chaud qui les soude ; on obtient ainsi la soie grège.

Actuellement, le dévidage et le grégeage s'effectuent simultanément dans les filatures au moyen de machines perfectionnées appelées « tours ».

Un « tour » est constitué par :

1° une bassine à eau chaude munie d'une brosse tournante,

2° une série de filières,

3° une série d'appareils croiseurs de fils,

4° une série de guides à mouvements alternatifs pour l'enroulement, et

5° une série de dévidoirs.

Voici brièvement comment fonctionne cet appareil combiné :

Une ouvrière, appelée « batteuse », plonge les cocons séchés dans de l'eau maintenue à 100° dans la bassine, ce qui a pour effet de ramollir les baves, de décoller les spires de soie et d'en permettre le déroulement. En même temps, une brosse ronde en chiendent fin mue par un mouvement alternatif de rotation, effectue le « brossage » qui enlève les couches superficielles de « frison » et dégage le fil net. Au bout d'un certain temps, l'extrémité du fil de soie de chaque cocon se trouve accrochée

aux brins de chiendent de la brosse, ainsi que le frison qui peut atteindre 28 à 30 % du poids total de la soie du cocon.

La batteuse ramasse tous les fils dans la main, les décroche, « pêche » les cocons de la bassine avec une passoire spéciale et remet le tout à une autre ouvrière, appelée « dévideuse ».

Celle-ci entoure les extrémités des fils à un pivot vertical, tandis qu'elle met les cocons à baigner dans de l'eau maintenue à 50° ; elle réunit généralement 4 fils (parfois plus) qu'elle introduit dans une filière ; celle-ci, en acier ou en agate, soude les baves encore chaudes et le fil obtenu est transmis au dévidoir qui enroule l'écheveau.

Mais l'opération n'est pas aussi simple qu'elle est exposée ci-dessus. Les baves présentent en effet un aspect fusiforme très allongé ; le fil composé obtenu serait donc fin aux extrémités et plus gros au milieu. Pour remédier à cet inconvénient, la dévideuse n'introduit le second fil dans la filière que lorsque le cocon est dévidé au quart, par exemple ; puis elle passe le troisième fil quand le premier cocon est dévidé à moitié et ainsi de suite ; elle obtient ainsi un grège régulier et uniforme.

La croisure des fils se fait automatiquement ; elle a pour but de les arrondir, d'en exprimer l'humidité et de bien faire adhérer les brins entre eux ; il y a deux modes de croisures : à la chambon et à la tavelle.

Le guide régularise l'enroulement du fil de grège sur le dévidoir tout en éliminant le duvet des baves non soudées, grâce à une pince garnie de drap qui retient le déchet appelé « bourre ».

La dévideuse surveille ainsi un tour comportant huit et parfois douze filières, tandis que la batteuse s'occupe de l'approvisionnement de deux tours.

Le cocon n'est pas dévidé entièrement ; sa dernière veste soyeuse, la « telette », formée de fil plus fin et plus riche en grès, n'est pas dévidable ; elle approvisionne l'industrie de la Schappe. La chrysalide est vendue comme engrais.

Le travail de la dévideuse est donc fort délicat ; c'est de son habileté et de sa grande pratique que dépend la

qualité du fil de grège ; aussi son ouvrage est-il contrôlé chaque jour au point de vue régularité : au moyen d'une machine spéciale, on prélève 500 mètres de grège dont on fait une pesée de précision ; le poids doit être sensiblement constant.

Il faut en moyenne de 10 à 12 kg de cocons frais pour produire un kilog de soie grège.

Propriétés physiques de la soie grège.

La soie grège est brillante, de couleur variable suivant les races de Bombyx dont elle provient : les pigments jaunes sont identiques à ceux des feuilles et on peut en isoler la xanthophylle ; ils sont combinés physiologiquement avec la séricine. Les pigments verts appartiennent au groupe des flavones et certains sont analogues à la chlorophylle.

La saveur de la soie est nulle, son odeur caractéristique, mais assez faible.

Sa densité est de 1,367 environ et varie de 1,200 à 1,600 ; la soie décreusée n'a qu'une densité de 0,867 à 1,023.

Quand elle est sèche, la soie s'électrise facilement, ce qu'on évite dans les ateliers en maintenant une certaine humidité ; elle est isolante ou diélectrique.

La soie possède une grande faculté d'absorption de toutes sortes de substances ; en effet, elle se comporte comme un corps poreux par suite de sa très grande surface par rapport à son poids. Elle absorbe énergiquement les gaz à caractère acide ou basique en formant des combinaisons chimiques peu stables : 1 kg de soie absorbe 30 litres d'ammoniaque, 25 cc. de gaz chlorhydrique et d'anhydride sulfureux, 15 cc. d'hydrogène sulfuré, 10 cc. d'anhydride carbonique et seulement 0 cc. 5 d'hydrogène (Cuchill. Text. Rec. 1938). Elle absorbe de plus les matières en solution dans l'eau dans laquelle elle est immergée, propriété utilisée dans la teinture des soies.

Propriétés chimiques de la soie grège.

Action de la chaleur : chauffée, la soie dégage des vapeurs combustibles présentant une odeur spéciale et laisse un charbon volumineux friable, cassant qui disparaît lentement en chauffant au rouge.

Action des acides : La solution dans l'acide sulfurique concentré et froid est un liquide visqueux brun, puis rouge.

La soie est soluble dans l'acide chlorhydrique ; cette solution additionnée d'alcool produit un précipité gélatineux.

La solution dans l'acide chlorhydrique, neutralisée par un alcali, donne un précipité qui ne diffère de la fibroïne qu'en ce qu'il est soluble dans un excès d'ammoniaque.

L'acide nitreux donne un diazoïque, la diazofibroïne, instable.

L'acide azotique concentré chaud agit sur la soie en fournissant un mélange d'acide oxalique et d'acide picrique. L'acide azotique dilué ne donne qu'une coloration jaune.

L'acide acétique dissout la soie à l'ébullition.

Elle est soluble dans une solution d'acide oxalique dont elle est précipitée par l'alcool ou le chlorure de calcium ; cette réaction permet de séparer la soie d'avec le coton et la laine.

Action des alcalis : L'ammoniaque est sans action.

La potasse et la soude concentrées dissolvent la soie avec dégagement d'ammoniaque et formation d'une petite quantité de leucine et de tyrosine.

La soie est soluble, comme le coton, dans le liquide de Schweitzer.

Le chlorure de zinc basique à 60° B. dissout la soie en quantité considérable.

Constitution chimique de la soie.

La soie est une substance semblable à la corne, aux cheveux, à la laine, voisine des matières collogènes, comme la gélatine et l'osséine, et des matières albuminoïdes.

La soie grège serait constituée de 75 % de fibroïne et 25 % de séricine ; la première serait moins oxygénée que la seconde et on admet que :

$$\text{Fibroïne} + H^2O + O = \text{Séricine}.$$

La fibroïne, attaquée par l'acide sulfurique, donnerait naissance à de la tyrosine, de la leucine et un peu de glycocolle ; la séricine, dans les mêmes conditions, ne fournirait pas de glycocolle, mais, en plus de la tyrosine et de la leucine, un corps cristallisé, la « sérine ».

D'après les données les plus récentes, le principal constituant de la soie est une substance azotée, la fibroïne, composé polypeptidique résultant de l'union en longues chaînes d'acides α — aminés (glycocolle et alanine) dans lesquels les groupements CO^2H et NH^2 ne sont séparés que par un atome de carbone.

Essais de la soie grège.

Le cours des soies grèges est fonction de leur qualité et de leur richesse en soie. Mais, comme la soie peut absorber jusqu'à 25 et même 30 % de son poids d'eau sans qu'il soit possible de s'en rendre compte au toucher, l'achat au poids ne peut être effectué qu'après dosage de l'humidité.

Des essais très poussés déterminent donc le titre des écheveaux de grège d'une même livraison ; ils sont effectués dans des laboratoires spéciaux appelés « condition de la soie ».

Ces essais sont au nombre de 5 ; ce sont :

1° Le *conditionnement* qui consiste en un dosage de l'humidité au moyen du dessicateur Talabot-Persoz-Rogeat à air chaud ; c'est un four de Poupinel traversé constamment d'un courant d'air chaud à 125-130° et auquel est adjointe une balance spéciale. Après 45 minutes environ, on obtient le *poids absolu* de la prise d'essai.

2° Le *pesage* : le poids absolu additionné de 11 %, correspondant à l'humidité considérée comme normale, est le *poids marchand*.

3° Le *décreusage* a pour but de débarrasser la soie du grès et éventuellement des matières ajoutées frauduleusement (gélatine, colle de poisson, huiles, savon, substances salines diverses, etc...) ; c'est un véritable dosage de la fibroïne : 100 grammes d'un prélèvement de soie sont mis à cuire dans de l'eau de savon à 6-7 grammes de

savon de Marseille par litre en deux opérations successives d'une demi-heure chacune, puis les écheveaux sont tordus, rincés à l'eau chaude, ensuite à l'eau bouillante, dans plusieurs eaux tièdes et enfin dans l'eau froide aiguisée de 2 pour 1.000 d'acide acétique. On dessèche à l'air libre, puis on recherche le poids absolu.

4° Une *analyse chimique pour déceler la « charge »* consiste en un dosage indirect par détermination de l'azote de la fibroïne par la méthode de Kjeldahl modifiée par Sisley.

5° Le *titrage et le numérotage de la soie* sont pratiqués de la manière suivante : le poids moyen exprimé en grammes d'une échevette d'essai de 500 mètres est effectué sur 20 échevettes de même longueur ; ce chiffre en milligrammes constitue le *titre* ; autrefois le titre était exprimé en deniers pour 476 mètres de fil. Le *numéro* de la soie est le poids de 10.000 mètres de fil.

La *ténacité* et l'*élasticité* se contrôlent avec un même appareil, le « sérimètre », dans lequel la traction s'opère à l'aide d'un poids dont la chute est ralentie par un mouvement d'horlogerie.

Un fil du titre 100 (500 m. pèsent 100 milligrammes) peut supporter un poids de 6 gr. 38. Avec un fil de soie d'un mm^2 de section, on peut soulever un poids de 45 kg, comme avec un fil d'acier de même grosseur ; un fil de lin de même section supporterait un poids de 18 kg, un fil de laine 15 kg et un fil de coton seulement 12 kg 500.

Lorsqu'on charge un fil de soie grège d'un poids insuffisant pour occasionner sa rupture, ce fil s'allonge : l'allongement est en partie permanent et subsiste quand on enlève le poids ; l'autre partie de l'allongement est élastique et disparaît par retrait naturel du fil. L'élasticité totale de la soie est de 11 à 22 %, l'élasticité permanente de 7 à 11 %.

Les propriétés spéciales de la soie qui contribuent à donner de la valeur au fil sont dues surtout à la longueur de la bave qui atteint 1.000 mètres en moyenne, tandis que dans la laine, la moyenne est de 10 cm. et dans le coton 25 cm.

Opérations ultérieures de filature et de tissage

Quoique cela s'étende hors de notre sujet, nous ne pouvons pas ne pas indiquer la suite des opérations destinées à obtenir les tissus de soie.

Le « moulinage » ou « ouvraison », a pour but d'assembler par torsion un certain nombre de fils de soie grège ; celle-ci constituée par un faisceau de baves soudées ensemble par le grès ne peut être directement utilisée pour le tissage des étoffes, car le grès est soluble dans l'eau chaude, de sorte que tout traitement de teinture aurait l'inconvénient de mettre les baves en liberté. Pour y remédier, on mouline la soie, c'est-à-dire que l'on assemble entre eux un certain nombre de fils de soie grège en leur donnant une torsion convenable et ainsi plus de solidité. Suivant le mode d'assemblage et la torsion subie, les fils de grège acquièrent des qualités différentes, permettant de varier à l'infini la nature et l'aspect des tissus fabriqués. Chaque qualité de fil ainsi obtenu a reçu un nom différent ; les plus communs sont :

a) le *poil*, fil résultant de la simple torsion du fil de grège ;

b) la *trame* provient de la torsion simple et faible de 2 ou plusieurs fils de grège ; son rôle est uniquement de garnir, de gonfler le tissu ;

c) l'*organsin*, destiné à former la chaîne des tissus, doit être très résistant : on l'obtient en tordant ensemble plusieurs fils de grège tordus au préalable. Suivant le nombre de tours au mètre de chacune des torsions, on obtient diverses variétés d'organsins : pour satin, pour velours, pour grenadine.

Il y a là toute une technique spéciale du ressort du fabricant de soieries qui doit combiner les torsions et le mode d'assemblage de ces fils suivant la nature des étoffes qu'il veut produire.

Mais les soies grèges et les soies moulinées ont une certaine raideur et de la dureté au toucher à cause de la présence de grès ; elles ne peuvent être teintes ainsi et doivent être *décreusées* en les traitant par des eaux savonneuses chaudes comme pour l'essai de la soie grège,

ce qui leur donne un toucher doux et souple et de la blancheur et du brillant.

La teinture et le tissage permettront ensuite de confectionner les tissus de choix, si riches, si chatoyants « ordonnés par Dieu pour vêtir les Rois et les Princes ».

Nous passerons sous silence la question de la teinture de la soie, question très complexe et très longue et qui est un véritable art.

Le tissage comprend un certain nombre de manipulations :

1. *Mettage en main* qui consiste à examiner toutes les flottes de soie, à les classer par grosseur, à les réunir en une masse appelée « main » ; le but est d'accroître la régularité des fils à employer et le succès de l'opération dépend de l'habitude de l'ouvrière chargée de classer les qualités, classement qui se fait beaucoup plus par le toucher que par la vue.

2. *Dévidage* :

a) si la soie est destinée à former la trame, elle est livrée à une canneteuse, c'est-à-dire à l'ouvrière chargée de réunir, d'après le nombre fixé par le fabricant, des fils qui composeront la trame et de les enrouler sur un petit cylindre en jonc, en buis, qui doit être être fixé dans la navette du tisserand ; cette opération est le cannetage.

b) si la soie est destinée à former la chaîne d'un tissu, on lui fait subir l'opération de l'ourdissage ; ourdir, c'est juxtaposer parallèlement les fils de même longueur et en nombre déterminé, composant la chaîne. L'ourdissoir est un grand tambour horizontal animé d'un double mouvement : l'un circulaire autour de son axe, l'autre de translation parallèle à l'axe.

3. *Tissage proprement dit* : le fil nécessaire pour la trame étant préparé par le cannetage, la chaîne étant mise en place par l'ourdissage, le résultat de l'entrecroisement de ces fils donne le tissu ; la confection de ce dernier demande de la part de l'ouvrier une connaissance parfaite de son métier et une attention soutenue, car le tissu de soie ne supporte aucun défaut.

Industrie de la Schappe

Autrefois, dans les régions séricicoles, les déchets de filature et de moulinage étaient utilisés sur place en les filant au rouet après macération dans une lessive de cendres de bois ; on obtenait ainsi la « fisoselle », le « fleuret », la « galette ». Ces pratiques sont encore utilisées en Chine et dans l'Inde ; mais ces fils sont grossiers et irréguliers.

Actuellement, tous les déchets de soie sont utilisés dans l'industrie de la Schappe. Ce sont :

1° la *blaze* qui entoure les cocons et est enlevée avant triage ;

2° les *frisons*, première couche des cocons qu'on enlève dans les filatures au cours du battage à la bassine ;

3° les *bassinées*, constituées par la telette, partie intérieure non dévidable du cocon ;

4° la *bourre*, enlevée par la pince où passe le fil de grège avant d'être enroulé en écheveau ;

5° tous les *cocons défectueux*.

Les opérations de cette industrie sont assez complexes et consistent en :

1° un *décreusage* : toutes les matières soyeuses sont placées dans des eaux à température plus ou moins élevée, avec ou sans addition de savon, pendant 9 à 10 heures ; 97 % du grès sont ainsi enlevés.

2° un *lavage*, qui sépare les filaments soyeux des impuretés et est suivi d'un égouttage, puis d'un essorage et d'un séchage.

3° un *battage mécanique*, qui transforme le textile soyeux en une matière grisâtre semblable à de l'étoupe.

4° un *peignage* pour rendre les filaments parallèles tout en éliminant les matières étrangères.

Puis les fibres sont filées comme celles de la laine ou du coton et les fils obtenus sont utilisés pour la passementerie, la bonneterie, la fabrication de certains tissus

élastiques et d'ameublement et surtout des tissus de velours et de peluche.

LA SOIE ARTIFICIELLE (1)

Dans la décadence de la sériciculture, la soie artificielle a été souvent incriminée ; quel est ce textile ? Cette affirmation est-elle fondée ? C'est ce que nous allons examiner rapidement quoique ce chapitre sorte légèrement de notre sujet.

D'autre part, des acheteurs ont été souvent trompés : des articles de soie artificielle leur ont été souvent vendus au lieu d'articles en soie naturelle ; c'est d'ailleurs pour cette raison que le législateur a interdit l'utilisation du terme « soie » pour tous textiles autres que ceux produits par les insectes sériciginènes (loi du 8 juillet 1931). Le décret de janvier 1936 indique que les fibres, fils, tissus ou autres articles pouvant prêter à confusion avec la soie, doivent porter une dénomination de vente spéciale : rayonne, coton mercerisé, etc...

Pour qu'il nous soit possible de comparer les textiles naturels d'origine animale et ces textiles artificiels, il nous faut étudier très sommairement ces derniers.

I. Historique.

Les soies artificielles offrent le rare exemple d'une invention dont le principe a été donné près de 50 ans avant sa réalisation pratique par Réaumur, en 1734, dans ses Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes : « La soie n'étant qu'une gomme liquide qui se dessèche, ne pourrions-nous pas nous-mêmes faire de la soie avec nos gommes et nos résines ? »

Les soies artificielles se préparent au moyen de substances capables d'être étirées en fils ayant l'éclat et les

(1) Nous remercions bien sincèrement M. G. Derangère, Ingénieur à l'Usine France-rayonne de Roanne, des renseignements très intéressants qu'il nous a donnés, nous permettant de faire une mise au point d'actualité de cette question.

principales propriétés de la soie naturelle : la matière première la plus employée dans ce but est la cellulose. Mais la constitution chimique est différente : alors que le constituant principal de la soie est une substance azotée, la fibroïne, les soies artificielles préparées au moyen de la cellulose ne sont pas azotées ,mais une très nouvelle soie de synthèse le Nylon est azotée.

1) Le véritable inventeur et metteur au point des soies artificielles est le Comte H. de Chardonnet qui, en 1884, dans une communication à l'Académie des Sciences, exposait le principe du filage des solutions de nitrocellulose et leur coagulation dans l'eau ; en 1889, son exposition fut très remarquée ; en 1890, il créait à Besançon la première société pour l'exploitation de ses brevets. Après une première période de mise au point et de défiance de la clientèle, cette industrie prit un développement qui se poursuit actuellement.

2. En 1890, Desplissis indiquait la possibilité de filer des solutions cupro-ammoniacales de cellulose, procédé qui a été appliqué surtout en Allemagne.

3. En 1891, Cross, Bewan et Beadle découvrirent le xanthate de cellulose et, en 1903, se formait la première Société viscose pour la fabrication de la soie par ce procédé ;

4. Plus récemment, depuis la grande guerre, une méthode utilise les acétates de cellulose.

5. Jusqu'à ces derniers temps, la constitution chimique des deux sortes de soies : naturelle et artificielle, était différente : le principal constituant de la soie naturelle est une substance azotée, la fibroïne, composé polypectidique résultant de l'union en longue chaîne d'acides α aminés (glycocolle et alanine) dans lesquels les groupements CO^2H et NH^2 ne sont séparés que par un atome de carbone, alors que la cellulose et ses dérivés correspondent à la condensation de molécules de glucose. Donc, la soie naturelle est une matière azotée, alors que les dérivés cellulosiques ne renferment pas d'azote. Les tentatives déjà anciennes d'Em. Fischer en vue de réaliser l'enchaînement des molécules d'α amino-acides n'avaient pas permis de préparer des molécules géantes analogues

aux substances protéiques naturelles. Tout au plus, avait-on pu réaliser ainsi l'union d'une vingtaine de petites molécules d'amino-acides, ce qui est bien loin des macro-molécules formées de plusieurs centaines ou milliers de molécules élémentaires, présentes dans la soie.

Or la création de macromolécules filiformes polypeptidiques a été réalisée récemment à la suite de travaux de Carathus et de son école par la Société américaine Dupont de Nemours : les substances de départ ne sont plus des α amino-acides, mais des amino-acides dans lesquels les deux groupements acide et amine sont séparés par 7 atomes de carbone au minimum et parfois par plus de 20. La polycondensation est alors possible et fournit une matière thermo-plastique : le *Nylon*, qui, filé à chaud et étiré au cours du refroidissement, donne un fil dont les qualités de solidité, d'aspect et de teinture n'ont rien à envier à la soie naturelle. La mise au point de ce textile synthétique est une magnifique illustration de ce que peut permettre la collaboration de la science et de l'industrie. Le produit obtenu est appelé, dit-on, à concurrencer sérieusement la soie naturelle.

II. Aperçu d'ensemble sur la fabrication.

En exceptant le Nylon dont le mode de fabrication est encore secret, la fabrication des soies tirées de la cellulose comprend, dans les divers procédés, un certain nombre de stades communs :

1. *La préparation des solutions ou collodions* à l'aide de malaxeurs ou pétrins mécaniques ; la filtration doit être très soignée, car le filage sera fait par des orifices de 0,2 mm. au maximum sous pression variable suivant la nature du collodion. Pour les collodions de nitro-cellulose la masse filtrante est la ouate cardée, pour les solutions de viscose, des gazes de soie très fines, pour les solutions cupro-ammoniacales des toiles métalliques ou de l'amiante maintenue par des toiles métalliques. On peut employer des filtres-presses ou des turbines essoreuses, dites hypercentrifuges, tournant à vitesse très élevée : 10.000, 25.000 tours-minutes. Les collodions à la nitro-cellulose et à l'acétate de cellulose doivent être désaérés par repos, ceux à la viscose maintenus à basse température pour être suffisamment visqueux pour le filage.

2. Le *filage* se fait sous pression constante produite soit par des pompes à piston, soit par des presses hydrauliques.

Dans le but d'obtenir une soie artificielle aussi souple que la soie naturelle, les chercheurs ont essayé d'étirer des fils aussi fins que ceux que produit le ver à soie ; ils ont été conduits à utiliser des filières aussi fines que possible et dont le diamètre varie suivant les procédés et la concentration des collodions : filières fixes ou tournantes. On compte 30.000 filières pour produire 1.000 ks de soie par 24 heures pour des fils fins.

L'élimination des solvants ou plutôt la séparation du dérivé cellulosique de la solution colloïdale peut se faire :

a) soit par *coagulation* dans un bain approprié : procédé qui n'est plus employé que pour la soie à la viscose ou au cuivre : filage aqueux.

b) soit par *évaporation* ou *filage à sec,* pour la soie à la nitro et à l'acétate de cellulose. Les métiers à filer sont placés dans une cage fermée appelée cellule : en principe, le filament de collodion sort dans un courant d'air légèrement chauffé et assez sec pour que le froid produit par l'évaporation des solvants ne précipite pas de vapeur d'eau sur le fil ce qui lui enlèverait le brillant cherché.

Cette méthode évite les lavages, d'où grande simplicité de fabrication : pour la rendre économique, récupérer les solvants.

3. *Le traitement des fils* : *a*) le fil solidifié est reçu sur des bobines en carton ou en métal bakélisé : le bobinage est suivi de lavage, puis de savonnage pour rendre la soie plus souple ; *b*) les fils sont ensuite moulinés ou retordus pour augmenter leur solidité ; *c*) la soie mise en écheveau est soumise au blanchiment qui se fait comme pour les tissus de coton : les écheveaux passent d'abord dans un bain de sulforicinate, puis dans un autre de chlorure de chaux ou d'eau de Javel, enfin dans un bain acide ; on peut employer le perborate de soude ou MnO^4K + bisulfite ; *d*) teinture avec ou sans mordançage selon les soies.

III. Etude des diverses soies.

a) A la nitrocellulose: 1. *Préparation de la matière première*: la cellulose de coton ou de bois est traitée par un mélange SO^4H^2-NO^3H et à 40°. Essorer, immerger dans un bain SO^4H^2, laver. 3. *Préparation du collodion*: d'abord par dissolution de la nitrocellulose dans un mélange alcool à 95°-éther ââ ; Lehner diminue la viscosité par addition de chlorure de soufre et en incorporant des huiles siccatives vulcanisées pour empêcher la désagrégation du fil, en formant un vernis souple et tenace. 3. *Filature*: ainsi préparés les collodions sont filés sous pression à travers des filières de 25,5 centièmes de mm. de diamètre. Puis les fils sont chauffés dans un bain *ad hoc* pour enlever les acides libres, le solvant et hâter l'oxydation de l'huile. 4. *Dénitrage* pour diminuer la grande inflammabilité des fils, au moyen de sulfure d'Am. ou de chlorure ferreux. La soie Chardonnet fut la première soie artificielle fabriquée industriellement. Son importance a diminué de plus en plus depuis l'apparition de la viscose et a totalement disparu en temps que textile.

b) Au Cuivre: la cellulose est dissoute dans la liqueur de Schweitzer, filée comme le collodion, coagulée au moyen de solutions acides ou de bisulfite et de glycérine ou par des lessives sodiques permettant de réaliser un mercerisage qui augmenter le brillant de la soie. Son importance, au début aussi grande que celle de la soie Chardonnet, a diminué à l'apparition de la viscose. Comme aspect et comme toucher, c'est la soie qui se rapproche le plus de la vraie soie.

c) Soie viscose: la viscose est une solution visqueuse de xanthate ou xanthogénate de cellulose et de sodium $CS\begin{matrix}\diagup OR \\ \diagdown ONa\end{matrix}$ obtenue par l'action de CS^2 sur l'alcali-cellulose en milieu alcalin : le xanthate est soluble dans l'eau alcaline. 1) *Dissolution de la cellulose*: celle employée est la pâte de bois au bisulfite, blanche, en feuilles, à 10-12 % d'eau. Macération de la cellulose hachée dans un malaxeur dans la lessive de soude à 20% pendant 30 minutes. Passage au filtre-presse. Broyage. Repos de 60 heures à 25-30°. L'*alcali-cellulose* est malaxé avec 10 % de CS^2 pendant

2 heures. Enlever l'excès de CS^2 au moyen du vide. Dissoudre dans la soude diluée et abandonner à une *maturation* (ou mûrissement) de 7 jours pendant laquelle il se produit une amélioration de la viscose : séparation de la combinaison CS^2-soude, tandis qu'il se forme une gelée ou coagulum (polymérisation du xanthate) dans laquelle la proportion de cellulose combinée reste constante : on suit la marche de l'opération en mesurant la viscosité. Neutraliser la soude par le sulfate d'Am. On obtient une masse gélatineuse de composition constante que l'on dissout à 6 %, puis on filtre et on enlève l'air par le vide. 2) *Filature* comme précédemment. 3) *Coagulation* avec une solution de sulfate de soude (SO^4H^2) à la sortie de la filière : la cellulose est régénérée aussitôt. Le fil est lavé à l'eau bouillante, puis au sulfure de sodium pour enlever le soufre ; il passe à l'hypochlorite, puis à l'eau sulfurique, lavage, eau savonneuse pour assouplir. Séchage. Cette fabrication plus économique que les deux précédentes, les a remplacées : elle permet en effet d'employer des celluloses à bon marché et ses réactifs sont peu coûteux. En 1931, 85 % des soies artificielles étaient obtenues par ce procédé. Actuellement, le pourcentage a encore augmenté.

d) Soie à l'acétate de cellulose : c'est après l'apparition du celluloïd et de la soie Chardonnet que les chercheurs en Angleterre et en Allemagne (Bayer), en France (Société des Usines du Rhône), songèrent à obtenir une matière moins combustible que la nitrocellulose et à préparer industriellement l'acétate de cellulose. La guerre 1914-1918 a donné une très grande impulsion à cette industrie : l'acétate étant utilisé pour enduire les toiles d'avions, pour fabriquer des plaques transparentes pour divers appareils. Les usines qui se sont outillées pendant cette période ont pu, à la paix, se livrer à des utilisations pacifiques : fabrication de la soie. En France, la Société des Usines du Rhône est devenue le principal producteur : acétylation avec l'anhydride acétique en présence d'acides comme catalyseurs et après neutralisation, lavage et séchage, l'acétate formé est dissout dans l'acétone et le collodion obtenu après mûrissement et filtration, est envoyé sous pression dans des filières ; l'acétone est va-

porisé par de l'air chaud, ce qui libère le fil. La soie à l'acétate beaucoup moins sensible à l'eau, est plus résistante, plus rude au toucher. Elle exige des modes de teinture ou l'emploi de colorants particuliers. D'un prix de revient supérieur à ceux des soies viscose et au cuivre, elle constitue une matière de choix. Généralement les usines qui la produisent fabriquent non seulement leur acétate mais l'acide et l'anhydride acétique qui leur sont nécessaires et on espère que des perfectionnements viendront diminuer le coût de l'acétate et par suite celui de la soie.

e) *Soie viscose animalisée* : pour remédier aux inconvénients des textiles cellulosiques (bons conducteurs de la chaleur), les chercheurs ont essayé, surtout avec le procédé viscose qui est le plus important : 1. à inclure dans le textile des corps azotés pour obtenir des produits dont les propriétés se rapprochent de celles de la laine (meilleure conservation de la chaleur) : ex. ils ont introduit de la caséine dans la viscose = laine vistra produite en Allemagne ; 2) par une filature appropriée à donner au textile une « frisure » comme celle de la laine, rendant le textile moins perméable à l'air et ils ont obtenu genre laine vistra fabriquée surtout en Allemagne. Ces procédés sont surtout appliqués à la fibranne (voir plus loin).

f) *Lanital*. Un peu avant 1939, un brevet italien (Ferreti) a été exploité en France pour la fabrication d'une fibre constituée par de la caséine seule et appelée « lanital », dont la constitution chimique est voisine de celle de la laine. C'est une fibre courte destinée à imiter la laine, alors que le nylon est un fil continu destiné à concurrencer la soie naturelle.

Importance de la production de la soie artificielle.

Cette dernière n'est pas destinée à détrôner la vraie soie et n'en a pas d'ailleurs la prétention.

La soie naturelle sera toujours l'article de luxe et de confortable ; mais les soies sauvages, les déchets de soie et la rayonne se prêteront à des usages nombreux en raison de la modicité de leurs prix. La vulgarisation, la mise à la portée de tous d'un produit cher et recherché comme la vraie soie doivent forcément augmenter sa con-

sommation dans de larges proportions. De même que le coton, sans supprimer la laine et le fil de lin, a eu de multiples applications nouvelles, la soie artificielle, sans se substituer à la vraie soie, aura de nouveaux et multiples emplois auxquels cette dernière ne peut prétendre à cause de son prix élevé surtout.

En réalité, les soies artificielles sont des textiles spéciaux utilisés actuellement non seulement comme succédanés de la soie, mais, ayant en outre, surtout depuis 1940, nombre d'applications particulières : on a mélangé en effet les différents produits artificiels à la laine, à la soie naturelle, en vue d'obtenir des effets nouveaux, tant en tissage qu'à la teinture.

C'est l'insuffisance des matières textiles naturelles, dont la France s'approvisionnait outre-mer qui a stimulé chez nous la production de rayonne et de fibranne.

A sa création, la Société Chardonnet fabriquait 100 kg par jour de soie à la nitrocellulose. En 1928, on comptait en France une trentaine d'usines produisant 15.000 tonnes, alors que les Etats-Unis fabriquaient 45.000 tonnes, l'Italie 32.000, l'Allemagne 24.000, l'Angleterre 23.500 pour une production mondiale de 180.000 tonnes.

En 1939, les besoins en textiles de tous genres atteignaient en France 600.000 tonnes dont 300.000 fournies par le coton, 150.000 par la laine, 20.000 de rayonne et seulement 2.500 de fibranne. En 1942, la France produit 15.000 tonnes de rayonne, 30.000 tonnes de fibranne, destinées à suppléer la laine et le coton déficitaires, pour une production totale de textiles de 80.000 tonnes seulement.

LE CRIN DE FLORENCE

Définition

On désigne sous le nom de « Crin de Florence » un fil très résistant transparent ou translucide, imputrescible, obtenu en étirant les glandes sériciqènes du ver à soie.

Notons immédiatement que la dénomination « Crin de Florence » est impropre, puisqu'il ne s'agit pas d'un crin et qu'il ne provient pas de Florence. Le terme anglais « Silk-worm-gut » n'est pas plus approprié, puisque le mot « gut » se traduit par « boyau, intestin » ; or, le crin de Florence n'est nullement retiré de l'intestin du ver à soie. Pour les mêmes raisons, les dénominations allemande « Seiden-raupen-darm » et espagnole « Tripa-de-gusano-de-seda » sont impropres.

Quel que soit le nom qu'on lui donne, ce fil a deux utilisations :

1° comme fil de pêche à cause de son invisibilité, de son insolubilité dans l'eau et de sa réaction « nerveuse » au contact de cet élément ;

2° comme ligature en chirurgie en raison de sa résistance, de sa souplesse et de son imputrescibilité.

Le crin de Florence est donc un fil non tressé et constitué par un seul élément.

La définition du Codex 1937 se rapportant uniquement au crin chirurgical est plus précise :

« Les crins sont des fils pour ligature chirurgicale « non résorbables dans les tissus vivants, obtenus en éti- « rant la glande sériciqène de la larve du Bombyx mori « (Ver à soie). »

Cette définition différencie bien le crin d'avec les

autres ligatures utilisées en chirurgie : le *catgut* qui est résorbé dans les tissus vivants, la *soie tressée* et la *soie dite de Chaput* que nous examinerons en fin de chapitre.

Historique

Nous avons déjà vu que les Chinois, environ trois mille ans avant notre ère, élevaient le ver à soie ; ils savaient dévider les cocons, mais ils utilisaient également la matière soyeuse non dévidée, retirée des glandes séricigènes ; cette soie étirée servait à préparer des cordes sonores et des lignes de pêche.

Mais c'est seulement vers le milieu du XVIII^e^ siècle que le crin de Florence fut connu en Europe.

Un auteur anglais, sir John Hawkins, recommanda dans son ouvrage « The complete angler », paru vers 1760, l'emploi de cette soie étirée pour la pêche au lancer léger : « Silk-worm-gut is both fine and very strong », constate-t-il. Un autre écrivain, Duhamel du Monceau, mentionne vers la même époque, l'usage de ce fil de soie qu'il appelle « boyau de ver à soie ».

En 1770, parut à Lausanne un curieux ouvrage de A. Dubet intitulé « La muriométrie, instructions nouvelles sur le ver à soie, sur les plantations de mûriers blancs, les filatures et le moulinage de la soie ». Cet auteur, qui devait ignorer la communication de Duhamel, a eu l'idée d'effectuer des expériences originales dont il rend compte en ces termes : « Ayant pris des vers sur des tables, dans « leur point de maturité et mieux, à la bruyère, dès qu'ils « commencent à placer leurs premiers fils, il les a jetés « dans le vinaigre qui les fait mourir promptement. Après « 3, 4, 5 à 6 heures, il a ouvert ces vers et en a extrait « les deux réservoirs soyeux. C'est de chacun qu'il a retiré, « après les avoir étendus séparément à la main par les « deux extrémités, un fil d'environ deux à trois pieds de « longueur ».

Les premiers essais de fabrication en Europe seraient dus à des Florentins qui faisaient en Espagne le commerce d'exportation de la soie à l'époque de l'occupation de ce pays par les Maures. Et c'est ainsi que ce fil spécial bien que d'origine espagnole prit et conserva le nom de crin de « Florence ».

D'après l' « Historique du Crin de Florence », paru sous la signature du regretté docteur Dorveaux, les « boyaux de ver à soie » étaient désignés alors sous les noms de « poils de Florence », « cheveux de Florence », « crins de Florence », « fils de Florence » ; mais ces dénominations de « poil », « cheveu », « crin » sont les traductions du mot italien « pelo ».

Fandre a raconté, d'autre part, comment la fabrication du crin de Florence, quoique connue en Chine depuis quelques milliers d'années et en Europe depuis l'expérience de Dubet, passée d'ailleurs inaperçue, fut découverte à nouveau tout à fait par hasard ; à Murcie, une épizootie, la grasserie, annihilait les efforts des éleveurs ; nous avons vu plus haut que, dans cette maladie, le ver meurt avant la « montée » ou, s'il parvient à filer, la chrysalide se décompose rendant ainsi le cocon inutilisable pour la fabrication de la soie. Les Florentins, cherchant à utiliser ces vers malades, les tuèrent en les immergeant dans un liquide acide, puis sectionnant le corps, extrayèrent les glandes séricigènes qu'ils étirèrent afin d'obtenir un fil. C'est ce fil qu'ils vendirent sous le nom de « Crin de Florence ».

C'est un chirurgien-dentiste nommé Gariot qui imagina le premier d'employer ce fil pour maintenir les dents artificielles ; il avait séjourné en Espagne en qualité de dentiste du roi et avait rapporté de Valence les crins qu'il utilisa.

Des chirurgiens anglais, George Fielding, James Wardrop, utilisèrent dès 1823 cette ligature dans diverses interventions.

Une quarantaine d'années plus tard, un chirurgien allemand de Francfort-sur-le-Main, Passavant, préconisa le crin de Florence après l'avoir employé avec succès pour les sutures délicates de l'opération du bec-de-lièvre et de la fissure congénitale de la voute palatine. Son emploi se répandit alors d'abord en Angleterre, puis en France, vers 1877, sur l'initiative de Trélat, puis de Lucas-Championnière, Poncet, Tillaux, Le Fort, etc.

Mais la vulgarisation de l'emploi de cette ligature fut surtout due à Guermonprez et Bigo de Lille (1885) ; d'après la thèse de doctorat de ce dernier soutenue devant

la Faculté de Lille en 1893, le crin de Florence est une ligature tenace, flexible, facile à lier lorsqu'on fait le nœud de chirurgien, ne coupant pas les tissus comme les fils métalliques employés jusqu'alors. Sa surface lisse permet de le stériliser facilement et de l'enlever sans douleur pour l'opéré.

Mention du Crin de Florence est faite pour la première fois dans la 13e édition du Dorvault parue en 1893.

Préparation du crin brut

1° Elevage des vers.

Toutes les races de vers à soie sont susceptibles de donner du crin, mais en vue de la fabrication industrielle, on éduque des races spéciales de vers à grands cocons et dont la glande séricigène très développée fournira les plus beaux et les plus gros crins.

En Italie, on élève spécialement les races Gran-Sasso (Abbruzes), Fassombrones (Marches), Gubbio (Ombrie) et Procida (Sicile) ; En Espagne, ce sont les races Almeria et Minano qui ont la préférence. Les races françaises sont Gros-Var, Gros-Var type Syrie-Liban, Blanc des Cévennes, Alpes, Albères et Corse.

La race Alméria produit des vers de 10 centimètres de longueur et est reconnue la meilleure. Des croisements de ces diverses races ont d'ailleurs donné d'excellents résultats.

Il est à noter que les cocons Gubbio ne sont pas admis à la filature ; les vers sont très grands et la glande soyeuse très développée mesure, étendue, de 12 à 15 centimètres de longueur.

On pourrait également utiliser la race de Bagdad à cocons blancs et la race de Chypre.

L'élevage est identique à celui pratiqué dans les magnaneries et que nous avons décrit ci-dessus au chapitre de la Sériciculture. Cependant l'éducation gagne à une incubation précoce et, les vers de ces races étant plus grands, il est nécessaire de leur donner plus d'espace pendant toute la durée de l'alimentation : au lieu de 60 mètres

carrés au cinquième âge, les vers issus d'une once de graines devront être répartis sur une surface de 70 à 80 et même 90 mètres carrés.

La nourriture sera encore plus soignée que pour l'élevage en vue de la récolte des cocons et sera très abondante et saine ; on offrira aux vers des repas plus nombreux, plus légers et régulièrement espacés, même pendant la nuit.

La température sera maintenue autour de 22°.

Enfin, on veillera à une aération complète, régulière et constante.

Il faut se souvenir que les races productrices de crins paraissent plus exposées que les autres à la grasserie ; en cas d'atteinte pendant le cinquième âge, on étire aussitôt les glandes séricigènes.

2° Etirage.

Après la quatrième mue, lorsque le ver cesse de se nourrir et paraît rechercher un support pour y établir son cocon, ce dont on est encore averti par le changement d'aspect du tégument externe, on dispose au travers des claies d'élevage des boudins de branchages fins, légèrement serrés, de 10 à 15 cm. de diamètre ; lorsque des vers ont envahi ces boudins, on procède à leur ramassage trois fois par jour, avant qu'ils ne commencent à filer.

Les larves sont alors asphyxiées dans des récipients d'eau fraîche, puis on procède à la macération dans des bains acides ou salins, dont voici deux formules :

1°	Acide acétique du commerce à 40°B.	1 litre
	Eau	4 litres
	Gros sel	25 gr.
2°	Eau	Q.V.
	Gros sel	Q. S.

On fait dissoudre le sel dans l'eau jusqu'à ce qu'un œuf frais flotte à la surface de la solution.

Les vers séjournent dans l'un ou l'autre de ces bains pendant cinq heures environ.

D'autres éleveurs emploieraient des bains de for-

mules un peu différentes constituant des secrets de préparation.

Les bains peuvent servir plusieurs fois, mais la durée de macération doit être de plus en plus longue suivant le degré d'épuisement de la solution.

On ne doit traiter que juste la quantité de vers qui pourront être étirés dans les trois ou quatre heures qui suivront l'opération, en se basant sur ce qu'une personne exercée peut étirer de 800 grammes à 1 kilo et même 1 kg 500 de vers par heure.

La macération produit une véritable coagulation des matières albuminoïdes contenues dans les glandes séricigènes, tout comme les fixateurs biologiques ou les substances tannantes agissent sur les albuminoïdes des tissus vivants.

E. et R. Pussard ont étudié de près cette question et ont recherché si d'autres fixateurs pouvaient être utilisés.

Ils ont remarqué que, si la concentration en acide acétique est faible, le temps de macération doit être prolongé ; la résistance du crin paraît un peu diminuée par les concentrations trop fortes ; les crins obtenus avec l'acide acétique comme fixateur ne dépassent généralement pas 50 centimètres de longueur.

De nombreux essais ont été pratiqués par ces expérimentateurs :

1° *l'alun de fer ammoniacal* en solutions variant de 2,5 à 10 %, additionnées ou non d'acide acétique, après macérations variant de 4 à 16 heures, produit des fils plus longs que l'acide acétique seul ;

2° *l'acide trichloracétique* en solution de 1 à 3 %, en macérations de 7 à 22 heures, produit des fils plus élastiques, moins cassants, sans défauts, plus transparents et de plus bel aspect ; l'épaisseur est très uniforme et le crin très résistant. Les conditions optima paraissent être une macération de 14 heures dans une solution à 3 % ;

3° *l'acide picrique* en solution aqueuse saturée donne un filament cassant ; cette solution additionnée d'acide acétique fournit un crin long bon pour la pêche, médiocre pour la chirurgie ;

4° le *bichromate de potasse* en solution à 3 % avec ou sans acide acétique donne des résultats assez intéressants ;

5° *le mélange de Bouïn-Hollande.*

Acide picrique	4 grammes
Acétate de cuivre	2 gr. 50
Formol à 40 %	10 cc.
Eau	100 cc.

a été utilisé en macération de 14 heures ; le fil obtenu est long, fin, résistant et présente une grande valeur pour la chirurgie.

6° avec le *formol*, on obtient de très beaux fils, mais de résistance faible ;

7° enfin des résultats médiocres ont été observés en utilisant le bichlorure de mercure, l'eau oxygénée, le permanganate de potasse, l'eau anilinée, les vapeurs de chloroforme, l'alcool butylique.

En conclusion de leur travail, E. et R. Pussard indiquent les produits favorisant l'obtention de crins pour la chirurgie ; ce sont :

l'acide acétique,
l'acide trichloracétique,
l'alun de fer ammoniacal avec ou sans acide acétique,
le bichromate de potasse en solution acétique.

Les produits favorisant l'obtention de crins pour la pêche sont :

l'alun de fer ammoniacal à faible concentration,
l'acide trichloracétique,
le bichromate de potasse,
l'acide picrique additionné d'acide acétique,
le fixateur de Bouïn,
le formol additionné d'acide acétique.

Les vers retirés du bain sont étendus sur de petites claies, mais on ne les fait pas sécher tout à fait. L'ouvrière les prend un à un par le milieu du corps, déchire la peau du dos parcheminée par la macération et extrait

par traction les deux glandes soyeuses : celles-ci se présentent sous la forme de deux tubes jaunes très apparents qu'elle passe rapidement dans l'eau froide.

Chacune des deux glandes est prise par ses extrémités entre les pouces et les index et l'ouvrière exerce une traction souple et continue, jusqu'à ce que le crin offre une forte résistance. En relâchant légèrement la traction, il se forme deux vrilles qui correspondent aux points de rattachement du réservoir avec la partie secrétrice de la glande d'une part et la partie excrétrice d'autre part ; entre les vrilles existe la partie utilisable du crin ; au-delà, ce sont des fils de moindre valeur inutilisables industriellement.

Si pendant l'étirage, une partie du crin vient à casser, il faut éviter de le reprendre en le faisant glisser entre les doigts ; mais on saisit à nouveau la glande le plus près possible du réservoir et on continue la traction.

Il ne faut jamais d'autre part passer les doigts sur la partie centrale du crin recouverte d'une pellicule jaune orangée.

Cette opération exige une grande habileté de l'ouvrière pour obtenir des fils d'une longueur maximum tout en restant de diamètre uniforme et parfaitement rond. Une bonne ouvrière peut étirer 500 grammes de crins par jour, soit 3.500 crins ; comme une once de graines peut produire environ 35.000 vers, soit 70.000 crins, mais qu'il faut compter sur un déchet de 50 % en moyenne, un travail de dix jours environ est nécessaire pour étirer les glandes des vers issus d'une once de graines.

Nous avons d'ailleurs réussi nous-mêmes à acquérir rapidement le tour de main de l'étirage et, avec un peu de pratique, nous serions parvenus à des résultats satisfaisants.

Dans un même élevage, la montée de la totalité des vers se produit pendant un temps très court ; il se produit donc en peu de jours un surcroît énorme de travail.

E. et R. Pussard ont recherché s'il était possible de conserver les vers « mûrs » sans nuire à la qualité du crin ; ils ont employé un appareil à réfrigération réglé à 1-2°, où les vers étaient introduits vivants ou tués, conservés à sec ou immergés dans différentes solutions. Leur con-

clusion est qu'il semble difficile de réaliser une conservation de longue durée sans porter atteinte à la qualité du crin obtenu.

Les fils étirés se concrètent presqu'immédiatement à l'air libre et sont alors allongés dans un récipient plein d'eau, en ayant soin de mettre toujours du même côté l'extrémité la plus fine des crins, partie généralement la plus blanche.

Les têtes et les queues des crins sont alors lavées à l'eau ordinaire au moyen d'une brosse souple ou à la main, de façon à enlever les déchets et les traces noirâtres provenant de l'enveloppe de la glande séricigène. Il ne faut jamais toucher à la partie centrale recouverte d'une pellicule jaune orangée. On rince ensuite les bottes formées d'une centaine de crins et on les fait sécher au soleil.

Le crin ainsi obtenu est le *crin brut* ; il est livré aux manufacturiers qui lui font subir une série d'opérations de raffinage et de triage.

Il se présente sous la forme d'un fil d'un jaune orangé plus ou moins pâle à l'une de ses extrémités. La couleur jaune est due à l'enveloppe pelliculaire, ou « *grès* » ; la partie intérieure blanche est seule utilisable.

D'après Raynaud, il existe une partie extérieure incolore composée de *mucoïdine* ; puis l'enveloppe jaune ou *grès* s'écaillant facilement est formée de *séricine*, appelée par d'autres auteurs *cérosine*, matière soluble dans les solutions alcalines bouillantes ; la partie blanche intérieure est constituée par de la *fibroïne*. La mucoïdine et la séricine forment 25 % du poids du crin et la fibroïne 75 %.

Il faut noter en passant que des vers à fluorescence faible ou nulle à la lumière de Wood donnent des crins de qualité inférieure, peu résistants et présentant fréquemment des vrilles supplémentaires. D'après Pussard, cette méthode d'examen permet d'éviter un déchet de 20 % à l'étirage.

D'autre part, il a été constaté que le sexe de l'insecte ne paraît pas avoir une grande influence sur la qualité du crin.

Raffinage du crin brut

Le raffinage consiste à débarrasser les crins des enveloppes de mucoïdine et de grès et des souillures provenant des glandes séricigènes et des matières grasses restées adhérentes.

1° *Décreusage.* — Les bottes de crins sont mises à macérer dans un bain de savon à l'ébullition composé de 10 grammes de savon de Marseille sec par litre d'eau ; on fait bouillir pendant une demi-heure ; un second bain de savon dans les mêmes conditions agit ensuite pendant une heure ; on rince abondamment à l'eau limpide et courante, puis à l'eau aiguisée d'acide acétique.

2° *Blanchiment.* — Il consiste à suspendre les bottes de crins encore humides dans une chambre fermée hermétiquement où on brûle du soufre. Après un séjour de 24 heures dans cette atmosphère saturée d'anhydride sulfureux, on lave à grande eau et on sèche au soleil.

3° *Classement par longueur et premier polissage.* — Le classement se fait au moyen d'un appareil spécial composé d'un plateau de bois, sur lequel sont fixés des lames de métal de longueurs croissantes, lames espacées d'un centimètre de manière à former une série de rainures d'un centimètre de largeur sur des longueurs variant de 25 à 45 centimètres.

Si les crins sont trop secs, l'ouvrière les humidifie légèrement par petites quantités. Assise devant l'appareil, ses genoux couverts d'une étoffe noire destinée à faire ressortir tous les défauts des crins, l'ouvrière saisit ceux-ci un à un, place une de leurs extrémités entre ses dents, l'autre étant tenue à la main. Elle passe, à plusieurs reprises et vivement, sur toute la longueur du crin ainsi fortement tendu, un morceau de peau de chamois, en insistant plus particulièrement sur les parties défectueuses.

Puis l'ouvrière classe celui-ci dans la rainure correspondant à la longueur de sa partie utilisable, la tête et la queue pendant hors de l'appareil, la longueur utile étant la partie comprise entre les deux vrilles.

Lorsque l'appareil est garni, l'ouvrière fait des bottes avec les crins de même dimension. Plus le contenu de la

glande séricigène sera important, plus le crin sera susceptible d'être allongé ; mais plus le crin sera long, plus il sera fin et réciproquement.

Pour l'usage chirurgical, la longueur utile indispensable varie de 32 à 35 centimètres.

Une ouvrière peut mesurer 400 grammes de crins calibre fort ou 300 grammes de crins calibre moyen par jour. Pour mesurer les crins fournis par les vers issus d'une once de graines, elle mettra donc 12 à 13 jours dans le premier cas et 16 à 17 dans le second.

4° *Classement par grosseur.* — Cette opération s'effectue soit à l'œil par un personnel très expérimenté, soit à l'aide d'appareils, tels que le palmer, le pied à coulisse, le comparateur à cadran.

Les crins raffinés sont classés en neuf grosseurs différentes et croissantes :

Dénominations espagnoles	Diamètres en 1/100 de m/m	Correspondance française
Refina.....	16 à 18	Extra fin
Fina.....	19 à 23	Fin
Regular.....	25 à 27	Moyen
Pedron II...	29 à 32	Gros
Pedron I....	33 à 37	Très gros
Marana II...	40 à 43	Extra gros
Marana I....	46 à 48	Extra gros supérieur trié
Imperial.....	49 à 53	Imperial
Hebra.....	au-dessus de 53	— type Hebra ou Impérial trié

Pendant la guerre 1914-18, le Service de Santé militaire français a établi une classification décimale dont l'unité est le 1/10 de mm. et a limité ses stocks à cinq grosseurs seulement : extra-fin, fin, moyen, gros et extra-gros.

Une ouvrière peut classer au premier triage 1.300 grammes de crins par jour et, au second, 1.100 grammes ; elle mettra donc 26 à 27 jours pour le classement des

crins issus d'une once de graines dans le premier cas et 32 jours dans le second cas.

5° *Classement par qualité.* — Une troisième sélection consiste en un classement par qualité : les crins sont répartis en trois catégories suivant leur régularité et l'absence de bavures et de défauts divers :

La qualité « *Sélecta* », de premier choix, seule retenue pour la chirurgie ;

La qualité « *Supérior* », de second choix.

La qualité « *Estriada* », c'est-à-dire striée ordinaire, de troisième choix ; ces deux dernières qualités sont destinées à la pêche.

Le triage fort délicat est pratiqué par des ouvriers spécialisés ; du premier coup d'œil, par réflexion de la lumière sur le crin tendu, le sélectionneur apprécie l'homogénéité ; par un seul passage entre les pouces et les index, il se rend compte de la régularité et conclut à l'acceptation ou au rejet du crin pour la chirurgie.

Une ouvrière peut ainsi classer 7.000 crins par jour ; elle mettra donc cinq jours pour classer les crins issus d'une once de graines.

6° *Polissage.* — C'est l'opération qui a pour but d'obtenir des crins rectilignes et dépourvus d'aspérités. Il s'effectue en deux temps :

a) *Le polissage à la grande presse* pour obtenir des crins rectilignes : les paquets de crins au nombre de trois ou quatre sont étalés et tendus verticalement entre les mors de deux étaux ; la sorte de nappe ainsi formée est pincée dans une tenaille spéciale, plate et horizontale, garnie d'un morceau de peau de mouton tanné suivant un procédé tenu secret. Par un mouvement de va-et-vient vertical, très pénible à pratiquer, les crins sont aplatis, tendus et redressés. Ce travail est si dur, le frottement si considérable, que la température de la masse monte jusqu'à 70° au bout de 15 à 20 mouvements alternatifs. On laisse refroidir et on recommence. Un ouvrier peut ainsi polir 30 à 35.000 crins par jour. Il lui faudra donc environ une journée pour polir les crins provenant des vers d'une once de graines.

b) *Le polissage à la petite presse* consiste à faire disparaître les bavures et les aspérités légères. Un ouvrier saisit les crins un à un, les pince entre les dents à une extrémité et entre le pouce et l'index à l'autre extrémité. Il tend le fil et le frotte aux endroits défectueux avec un tampon de grosse toile plusieurs fois repliée sur elle-même. Un ouvrier peut ainsi polir 2.000 crins par jour ; il mettra donc environ 18 jours pour polir les crins étirés des larves issues d'une once de graines.

7° *Empaquetage.* — Les crins sont alors empaquetés et mis en bottes ; les têtes et les queues sont supprimées. Ils sont comptés et mis en paquets de 100 par longueur, grosseur et qualité. Ces derniers sont rassemblés en bottes de 1.000 crins qui sont enveloppées dans du papier bleu et prêtes à être mises en vente. Une ouvrière habile peut ainsi empaqueter 16.000 crins par jour ; il lui faudra donc deux jours pour empaqueter les crins provenant d'une once d'œufs.

Chaque botte est liée à ses extrémités par des enroulements de fils de laine de colorations différentes et conventionnelles suivant le diamètre du crin. La partie comprise entre les liens doit mesurer de 30 à 35 cm. de longueur ; c'est la longueur utile.

Le crin ainsi obtenu est le crin raffiné prêt pour l'usage chirurgical.

Mais, dans le but d'améliorer encore sa présentation et de le faire mieux répondre aux exigences des chirurgiens, certains fabricants ont imaginé de calibrer le crin par passages successifs au travers de deux filières : la première régularise le fil en le rabotant ; la seconde le rend cylindrique en le comprimant.

Ces filières sont de simples plaques métalliques présentant cinq ouvertures rondes dans lesquelles on place des bouchons d'acier eux-mêmes percés de trous de plus en plus fins ; on passe les crins à la main et sous l'eau successivement dans chacun des orifices en commençant par le plus gros.

Ce calibrage s'effectue naturellement au dépend du diamètre qui ne peut alors guère dépasser 5/10 de mm. ; mais une régularité parfaite sur toute la longueur s'obtient

et des crins extrêmement fins depuis 5/100 de mm. de diamètre ont pu être ainsi manufacturés : ces derniers sont surtout utilisés pour la chirurgie faciale esthétique et oculaire.

Le calibrage présente en outre l'avantage de rendre le crin plus résistant, sauf dans les crins extra-fins.

Un nouveau procédé d'étirage aurait même permis de réaliser des crins extra-fins et fins jusqu'à 1 mètre et plus de longueur.

Qualités du crin

Un bon crin doit être blanc, translucide et non laiteux ; par l'âge et la lumière, il devient jaunâtre et moins résistant, d'où la nécessité de le garder à l'abri des rayons du soleil. Sa durée de conservation n'excède d'ailleurs pas trois années ; après ce laps de temps, on constate une diminution de la tenacité.

La réflexion de la lumière doit être régulière et uniforme, ce qu'on apprécie en examinant le crin à la lumière incidente sur fond bleu foncé ou noir et en le faisant tourner lentement entre les doigts.

Sera rejeté tout crin destiné à la chirurgie qui présentera des renflements ou des aplatissements, ces derniers pouvant scier le tissu dans lequel le fil sera passé.

Le diamètre du crin ne doit pas varier de plus de 2/100 de mm. sur toute la longueur utile, mais il faut savoir qu'une extrémité est toujours et *normalement* plus grosse que l'autre, ce qui est dû à la forme du réservoir de la glande séricigène.

Des appareils de contrôle micrométriques ont été imaginés pour s'assurer du diamètre des crins calibrés et autres, diamètre dont l'uniformité doit être parfaite, sauf une tolérance d'un centième de mm. ; il s'agit d'un comparateur à cadran utilisé pour les mesures de précision, sur lequel un dispositif spécial inférieur permet le passage des fils jusqu'à une grosseur de 20/10 de mm. (Fabrication des ateliers Orthos à Levallois-Perret).

Fandre a contrôlé les variations de diamètre sur la longueur des crins et est parvenu à des résultats fort intéressants.

Les crins calibrés ne présentent au comparateur micrométrique que des variations de l'ordre de 5/100 de mm.

Les crins « Sélecta », suivant leur diamètre, donnent des différences variant de 5 à 23/100 de mm.

Quant aux crins commerciaux courants, ils offrent des variations considérables ; le diamètre d'un crin extra-fin, par exemple, présentera des écarts de 20 à 33 % ; pour un crin fin, nous relevons des écarts de 30 à 55 % et, pour un très gros crin, des écarts de 40 % environ.

Il est donc à souhaiter que l'usage des crins calibrés se généralise et même soit exigé par le Codex, tout au moins pour les diamètres extra-fin, fin et moyen.

La qualité indispensable que le chirurgien exige d'un crin est la *résistance à la traction*. Le laboratoire apprécie la charge de rupture au dynamomètre ; l'appareil utilisé est semblable à celui employé pour le contrôle de la résistance et de l'élasticité des fils de soie.

Pour une longueur de 30 cm., le Service de Santé Militaire donne les moyennes de résistance suivantes à la rupture :

Diamètres en 1/10 de m/m	Résistance des crins en k°
1 à 1,9	2,500
2 à 2,9	4
3 à 3,9	5,500
4 à 4,9	6
5 à 5,9	7,500

La résistance à la rupture peut être appréciée plus simplement en immergeant le crin pendant quelques minutes dans l'eau ; on fait un nœud et on tire sur les extrémités : les crins d'un diamètre compris entre 1/10 et 4/10 de mm. ne doivent se rompre que difficilement ; les crins d'un diamètre compris entre 4/10 et 6/10 de mm. doivent résister.

Astruc donne des coefficients un peu différents :

Crins	Diamètres 1/10 m/m	Coefficient de traction en kilogrammes		
		Direct	s/nœud de chirurgien	sur nœud simple
Fins	2 à 2,9	5	2,300	1,700
Moyens	3 à 3,9	6	2,600	2
Gros	4 à 4,9	7	3	2,500

Pour les crins calibrés, les charges de rupture directes sont les suivantes d'après Fandre :

Diamètre en 1/100 de m/m	Force en k°	Diamètre en 1/100 de m/m	Force en k°
11	0,500 à 0,750	27	3 à 3,500
13	0,750 à 1	30	3,500 à 4
15	1 à 1,250	33	4 à 5
18	1,250 à 1,750	36	5 à 6
21	1,750 à 2,500	39	6 à 7
24	2,500 à 3	42	7 à 9

Les crins qui ont satisfait à tous les essais sont conservés pour la chirurgie ; ils sont coupés à la longueur uniforme de 33 cm. et classés suivant leur diamètre comme suit :

Diamètres en 1/10 de m/m	Nos	Dénominations
1 à 1,9	1	Extra fin
2 à 2,9	2	Fin
3 à 3,9	3	Moyen
4 à 4,9	4	Gros
5 à 5,9	5	Très gros

Crins chirurgicaux

Coloration.

Comme le chirurgien éprouverait beaucoup de difficultés à rechercher dans les tissus les fils de crins au moment de l'enlèvement des points de suture, on a imaginé de les colorer.

Cette question de la coloration des crins qui a donné lieu à de nombreux travaux, notamment de Goris et Muhlemann, Bruère, etc..., n'est pas encore standardisée ; certains chirurgiens exigent la teinture de tous les crins qu'ils utilisent, quel que soit leur diamètre, soit en bleu, soit en jaune ou en violet ; la teinte préférée paraît être le bleu.

Cependant une série de colorants différents suivant les grosseurs est le plus souvent adoptée par les collectivités et les fabricants.

Les crins sont immergés pendant 12 à 24 heures dans une solution aqueuse colorante à 1 pour 2.000.

En général, les crins n° 1 étaient colorés en violet par le violet de gentiane ; les crins n° 2, en bleu par le bleu de méthylène ; les crins n° 3, en rouge par la fuchsine acide, les crins n° 4, en vert, par le vert brillant et les crins n° 5, en jaune par l'acide picrique.

Les bottes de fils sont ensuite mises à égoutter, puis lavées à l'eau courante jusqu'à ce que celle-ci n'entraîne plus aucune parcelle de matière colorante et enfin rincées à l'eau distillée.

Diverses critiques ont été apportées à ce mode de coloration : en effet, on a enregistré des explosions lors de la stérilisation en tubes de verre de crins très gros, donc colorés en jaune par l'acide picrique ; ce dernier se serait combiné avec le plomb contenu dans certains verres pour former un picrate de plomb, détonant sous l'effet de la chaleur.

Pour parer à cet inconvénient, la Pharmacopée française 1937 indique d'utiliser la chrysoïdine pour colorer les crins « très gros ».

On reproche, d'autre part, à certaines matières colorantes dérivées de l'aniline de n'être pas inactives vis-à-vis des tissus vivants. On sait d'ailleurs que ces produits sont parfois employés en solution alcoolique ou acétonique en dermatothérapie. On a rapporté également de nombreux cas d'intoxication dus à l'absorption par la peau de colorants d'aniline utilisés pour teindre des chaussures, des gants, etc. Des ulcérations ont même été signalées aux points d'entrée et de sortie d'un crin coloré en violet (Communication du Dr Métivet à l'Académie de Médecine) ; cela n'a rien d'étonnant, car on n'ignorait pas qu'une parcelle de colorant d'aniline mise au contact d'un tissu vivant y provoque une nécrose.

Goris et Muhlemann ont étudié à fond cette question ; ils ont démontré qu'un crin bien préparé, parfaitement rincé et lavé ne contenait que 2 à 3 dixièmes de milligrammes de colorant. De plus, le fait de rincer à l'eau courante les crins à la sortie des bains de teinture élimine tout danger de présence d'un fragment du produit chimique utilisé. Les cas signalés par le Dr Métivet seraient donc dus à des crins mal préparés.

Malgré cela, des essais de coloration au moyen de matières d'origine animale ou végétale ont été tentés ; mais les résultats ont été défectueux. C'est pourquoi le Codex 1937, suite aux travaux du professeur Goris, indique d'utiliser les produits suivants : Violet de méthyle, bleu de toluidine, fuchsine rubis, vert malachite et chrysoïdine.

Un procédé intéressant à signaler a été mis au point par la pharmacien-colonel Bruère ; il repose sur la technique des teintures sans colorants imaginés par Escaïch et Worms ; il consiste à faire agir une solution de nitrite de sodium en milieu acide sur des solutions appropriées.

Les crins en couronnes par bottes de 10 ou 15, pesant environ un gramme, sont immergés dans une solution acide de nitrite de sodium, tiédie au bain-marie en hiver, et contenue dans une éprouvette bouchée à l'émeri :

Solution d'acide formique au 1/10 .	XX gouttes.
Solution de nitrite de sodium au 1/10 .	XX gouttes.
Eau distillée	20 cc.

Au bout de deux heures de contact à la température ordinaire, les crins sont colorés en jaune d'or ; on lave, on sèche entre deux feuilles de papier à filtrer.

Un séjour de 48 heures dans le bain produirait une coloration orangée.

Pour obtenir des crins colorés en rouge groseille, on ajoute à la solution ci-dessus :

Solution de sulfate de nickel au 1/10 : XX gouttes, et on laisse 5 heures en contact.

De même en remplaçant le sulfate de nickel par le sulfate de cuivre, on obtiendra une coloration rouge carminée.

Un séjour prolongé en présence de sels métalliques divers conduit au brun, au noir, etc.

Ces colorations sont insolubles dans l'eau et dans l'alcool.

Stérilisation.

Avant d'être utilisés par le chirurgien, les crins doivent être stérilisés. Comme ils subissent très facilement l'action de la chaleur humide, la stérilisation en est très aisée : d'après le Codex, elle est obtenue par chauffage à l'autoclave à 120° pendant 30 minutes entre des compresses de gaze ou mieux dans des tubes de verre scellés au chalumeau et contenant de l'eau distillée bouillie. Suivant certains auteurs, une stérilisation à 120° pendant une heure est désirable ; c'est le procédé adopté par la Pharmacie Centrale de l'Armée.

Cependant, d'après Fandre, la stérilisation à 120° diminue la résistance des crins ; ce fabricant préconise une stérilisation à 110° pendant une demi-heure dans l'eau

distillée additionnée de 5 % de glycérine, ce qui augmente la souplesse des crins tout en donnant une garantie absolue, prouvée par de nombreux essais de contrôle.

Durant la stérilisation, il arrive parfois qu'une partie de la matière colorante se dissolve dans le liquide de stérilisation ; mais, après refroidissement, ce dernier redevient incolore par suite de la refixation du colorant sur le crin.

Enfin, avant d'être livrés aux chirurgiens, les crins doivent encore être soumis à des essais destinés à vérifier la bonne stérilisation : dans un lot, on prolève aseptiquement quelques fragments de crins qu'on place dans des tubes de bouillon peptoné glucosé (milieu de Tarrozi, formule du professeur Goris). Ces tubes placés à l'étuve à 37° pendant 10 jours ne doivent donner naissance à aucun développement microbien.

Le Codex 1937 contient un article assez laconique sur les crins ; sans entrer dans les détails du raffinage, il eût pu, semble-t-il, indiquer les essais exigibles par l'industrie pharmaceutique pour éliminer les crins raffinés ne répondant pas à des caractéristiques déterminées.

Comme nous l'avons vu plus haut, ces essais correspondraient aux caractères extérieurs, à la régularité du diamètre sur toute la longueur du fil et à la résistance à la traction.

Le Codex pourrait, de plus, indiquer les moyens de déceler les fraudes, car on a substitué aux crins de Florence des fils de soie artificielle, ce qu'on peut déceler aisément : le crin brûle en dégageant une odeur de corne brûlée et laisse un charbon spongieux conservant la forme du fil ; le fil synthétique brûle sans laisser aucun résidu. De plus, le crin est soluble dans une solution de chlorure de zinc de densité 1,710 neutralisée par l'oxyde de zinc, dans une solution ammoniacale d'oxyde de nickel ou d'oxyde de cuivre, dans la liqueur de Fehling et dans la soude de densité 1075, tandis que le fil d'origine végétale est insoluble dans ces dissolvants.

Pour conclure cette étude des crins chirurgicaux, nous nous permettons de suggérer à la Commission du Codex l'adoption du texte suivant pour la prochaine édition de la Pharmacopée :

CRINS

Crina

Les crins sont des fils pour ligature chirurgicale non résorbables dans les tissus vivants, obtenus en étirant la glande séricigène de la larve de certaines races du Bombyx mori (Ver à Soie).

Les crins raffinés et sélectionnés sont seuls utilisables pour la chirurgie. Ils doivent être incolores ou blancs, hyalins, brillants et bien ronds ; le diamètre doit être sensiblement uniforme sur toute la longueur utilisable de 33 cm. ; ils doivent présenter une résistance suffisante à la traction.

Les raffineurs livrent les crins en bottes de cent fils d'un même diamètre ; les diamètres des crins varient de 1/10 à 6/10 de mm. et le classement à adopter est le suivant :

Diamètres en 1/10 de mm	N°	Dénominations
1 à 1,9	1	Extra fin
2 à 2,9	2	Fin
3 à 3,9	3	Moyen
4 à 4,9	4	Gros
5 à 5,9	5	Très gros

La résistance des crins avant stérilisation, prise au dynamomètre sur une longueur de 30 cm., doit être au minimum de :

2 k° 500	pour les crins n°	1
4 k°	—	2
5 k° 500	—	3
6 k°	—	4
7 k° 500	—	5

Les crins répondant aux caractéristiques ci-dessus sont colorés par immersion de 24 heures dans une solu-

tion aqueuse à 1 pour 2.000 de colorant, puis égouttés, lavés à l'eau courante jusqu'à ce que celle-ci n'entraîne plus de matière colorante et enfin abondamment rincés à l'eau distillée.

Les matières colorantes à utiliser sont les suivantes :

Pour les crins n° 1, le violet de méthyle,
— 2, le bleu de toluidine,
— 3, la fuchsine rubis,
— 4, le vert malachite,
— 5, la chrysoïdine.

Stérilisation. — Les crins colorés sont introduits dans des tubes de verre, on ajoute de l'eau distillée bouillie en quantité suffisante pour recouvrir les crins et les tubes sont scellés au chalumeau. La stérilisation s'effectue par chauffage à l'autoclave à 120° pendant une demi-heure.

Essais. — Le diamètre d'un bon crin doit être uniforme sur toute sa longueur ; il ne doit pas varier de plus de 2/100 de mm. (essai au comparateur micrométrique).

— Enflammé, le crin brûle incomplètement en dégageant une odeur de corne brûlée et en laissant un charbon spongieux conservant la forme du fil (Falsification par un fil synthétique).

— Le crin doit être soluble sans résidu dans la solution de chlorure de zinc (R) neutralisée par l'oxyde de zinc, dans le réactif cupro-alcalin (R) et dans une solution de sulfate de cuivre à 10 % (R) additionnée d'ammoniaque jusqu'à redissolution du précipité. (Falsification par un fil synthétique).

Essai de stérilisation. — On prélève aseptiquement au moyen de pinces flambées une forte fraction de crins qu'on transporte dans des tubes de culture contenant une quantité suffisante de bouillon peptoné glucosé (Voir essai du Catgut). Les tubes maintenus à l'étuve à 37° pendant 10 jours ne doivent donner lieu à aucun développement microbien.

Nota. — Certains crins sont calibrés par passages à la filière ; leur diamètre n'excède pas en général 4/10

de mm. ; ils sont alors d'une régularité parfaite, mais leur résistance est un peu diminuée :

Pour les crins nº 1, elle n'est que de 1 kº 750
— 2, — 3 kº 500

Question économique

Le nombre total des crins consommés dans le monde entier serait évalué à 250 ou 300 millions.

Les besoins de la France en temps de paix sont de 20 millions de crins, dont 2 millions de crins chirurgicaux ; on estime que ce dernier chiffre serait multiplié par 8 en temps de guerre.

Or jusqu'à ces dernières années, la France était totalement tributaire de l'étranger pour les crins : en effet, les crins destinés à la pêche sont surtout préparés en Italie (Florence, Turin), en Chine et au Japon ; ceux destinés à la chirurgie proviennent presque exclusivement de la région de Murcie en Espagne.

En cas d'hostilités, le Service de Santé militaire pouvait se trouver dans l'impossibilité de fournir les crins réclamés par les chirurgiens aux Armées.

Alerté par le Ministère de la Guerre ému par cette situation, le Ministère de l'Agriculture avait confié, en 1926, à M. Secrétain, directeur de la Station Séricicole d'Alès, la mission d'examiner les possibilités d'introduire en France l'industrie du Crin de Florence. Après un séjour dans la région de Murcie, ce spécialiste détermina des possibilités réelles d'élevage en France des races de vers à soie productrices de crin.

En 1929, en collaboration avec le pharmacien-colonel Bruère, il fit des essais de raffinage des crins obtenus.

Cette étude a été concluante et curieuse sur certains points : c'est ainsi que M. Secrétain a pu se rendre compte que le grainage français exportait chaque année des graines françaises vers la région de Murcie (en 1926 : 16.250 kilos) ; ce sont ces graines qui sont le point de départ de l'élevage qui fournira les crins que la France importera après raffinement (!).

Dans les « Huertas », le paysan espagnol, bien moins soigneux que le magnanier français, produit du crin ou du cocon suivant la tenue du marché, en général, la production du crin paraît plus rémunératrice.

Bien d'autres centres espagnols ou italiens ont essayé de concurrencer la région de Murcie ; mais celle-ci garderait sa suprématie grâce à son soleil et son climat régulier n'existant nulle part ailleurs.

Or, contrairement à ces affirmations tendancieuses destinées évidemment à éliminer toute concurrence, M. Secrétain est parvenu à Alès à établir une fabrication semi-industrielle du crin de Florence : le fil obtenu est meilleur et plus soigné que le fil espagnol, d'après la conclusion de l'expertise confiée à M. Liot, directeur-adjoint de la Pharmacie Centrale des Hôpitaux de Paris et d'après l'appréciation du professeur Gosset qui a utilisé ces crins dans son service de Chirurgie.

Malgré les directives prodiguées aux industriels, cette fabrication n'a pas encore pris un grand développement dans notre pays et ne peut suffire à la consommation ; les centres de production actuels sont le Gard (Alès), l'Hérault (Ganges), l'Ardèche et le Var.

D'autres essais ont été entrepris au Maroc par la Station Séricicole de Kénitra où trois éducations annuelles ont pu être faites ; la fabrication du crin a débuté en 1935 à Casablanca et à Rabat.

Si nous notons que l'exportation annuelle de Murcie s'élevait à 12 millions de pesetas en 1928 et 15 millions en 1934, que cette industrie y fait vivre une vingtaine de fabricants, environ 3.000 ouvrières et plusieurs milliers d'éleveurs, il n'y a aucune raison de ne pas introduire cette industrie en France.

Son développement dans notre pays aurait de nombreux avantages dont les principaux sont les suivants :

1° Les familles paysannes seraient maintenues à la culture ancestrale et à l'élevage du ver à soie ;

2° La balance commerciale de la France serait améliorée par suppression d'importations et peut-être par une exportation nouvelle ;

3° Cette industrie intéresse la défense nationale ;

4° La production du crin paraît plus intéressante pour le magnanier que celle du cocon.

Pour « faire du crin », on conseille de petites éducations particulièrement bien soignées : « peu de vers, mais de beaux vers ».

On échelonnera autant que possible les éducations de façon à obtenir des élevages successifs, afin d'éviter l'accumulation de l'étirage sur quelques jours.

On séparera nettement l'élevage de l'étirage, lequel devrait s'effectuer dans des laboratoires spécialisés, dont le personnel serait chargé de la surveillance de l'éducation.

Malgré tout, l'industrie du crin de Florence n'a pas pu se développer en France par suite de l'indifférence des pouvoirs publics, lesquels auraient dû aider par des primes les éleveurs et les industriels.

D'autre part, le paysan français répugne à étirer les glandes séricigènes ; aussi un des seuls industriels français qui s'occupe actuellement de l'élevage du ver et de la production du crin opère-t-il de la manière suivante : il distribue à des éleveurs choisis la graine sélectionnée en indiquant à chacun la date de mise en incubation ; au moment de la montée, il opère des tournées avec des équipes d'ouvrières étireuses : les opérations ultérieures s'effectuent à l'usine.

Lorsque le paysan français sera moins sollicité qu'actuellement à produire des denrées alimentaires, il est à souhaiter qu'il se remette à la sériciculture et qu'il apprenne à étirer les crins ; cela lui rapportera un revenu bien plus substantiel et moins aléatoire que la vente des cocons où il sera toujours fortement concurrencé par les pays à main-d'œuvre bon marché.

Succédanés du crin

Un fil analogue au crin de Florence a été retiré de la glande séricigène de la chenille du Saturnia Pyretorum, variété asiatique du petit paon de nuit. Cette chenille se nourrit de feuilles de noyer, de camphrier et de chêne à feuille de châtaignier.

Les Annamites étirent la glande et obtiennent un fil pouvant mesurer jusqu'à 2 mètres 50 de longueur qu'ils appellent « Fils de Con-Cwo'c » et dont ils se servent pour la pêche.

Certains chirurgiens l'ont expérimenté après coloration et stérilisation ; mais les avis paraissent très partagés sur sa résistance.

— Un autre fil de suture est utilisé sous le nom de

« Soie Chaput » ; il consiste en un fil réunissant la soie naturelle et le crin ; ces deux substances de même origine sont juxtaposées et agglutinées sous pression au moyen d'une colle spéciale renfermant de la colle de poisson et de la gélatine ; le fil terminé est soumis à des vapeurs de formol qui rendent la colle insoluble et imputrescible. Ce fil est ensuite calibré à la filière. Son avantage est d'être de longueur illimitée et de présenter une gamme de diamètres variant de 11/100 à 80/100 de mm.

D'après Fandre, les résultats suivants ont été enregistrés aux essais de résistance et d'élasticité sur une longueur de 50 cm. de fil par traction directe :

Calibres en 1/100 de m/m	Nos	Résistances en k°	Allongements %
11	1	0,500	14
20	2	1,850	14
30	3	3,200	12
40	4	4,750	12
50	5	7,500	12
60	6	11	12
70	7	17,500	10
80	8	19,500	10

Ce fil est surtout utilisé pour la pêche par suite de sa légère fluorescence et de sa transfluidité, sous le nom de « Gut », « Racine », « Racine-tortue ». Des dizaines de millions de mètres sont ainsi vendus annuellement.

Mais il est aussi fort employé par les chirurgiens en Amérique surtout pour les sutures superficielles, après stérilisation à 110° dans l'alcool à 90°.

Actuellement, ce fil est fort concurrencé par un fil à l'acétate de cellulose.

— Nous mentionnerons également la soie tressée plate ou ronde utilisée comme ligature chirurgicale ; elle est obtenue par moulinage spécial d'un certain nombre de fils de soie grège. La fabrication en est, paraît-il, uniquement anglaise. On l'utilise pour les sutures externes.

CONCLUSION

Ainsi se termine le travail de mise au point dont nous nous étions fixé l'exécution.

Nous avons cherché à donner un coup d'œil d'ensemble sur la question du ver à soie du mûrier et de ses produits, tant au point de vue zoologique pur qu'au point de vue pratique, industriel et pharmaceutique.

Certes, notre étude est loin d'être complète : on y relèvera facilement de nombreuses lacunes, nous l'avouons bien humblement. Mais, lorsque nous nous sommes aperçus de l'étendue du sujet, lorsque nous avons été à même de compulser les quelque vingt mille fiches bibliographiques mises à notre disposition par le très aimable et très savant directeur de la Station Séricicole d'Alès, nous avons pu nous rendre compte que la mise au point d'une telle question nécessiterait la rédaction non pas d'un modeste ouvrage, mais de toute une bibliothèque. Il nous a donc fallu condenser l'abondante matière, laissant à d'autres le soin d'approfondir le programme de chacun des chapitres.

Les difficultés actuelles ne nous ont pas permis d'établir les planches de gravure dont nous aurions voulu rehausser un texte quelque peu aride. Nous avons fait tout notre possible pour suppléer aux illustrations absentes par des descriptions aussi précises que possible. Mais ceci ne remplace pas cela.

Comment conclure notre étude autrement que par l'amère constatation que la Sériciculture française se meurt ?

En effet, alors qu'en 1853, 63 départements français fournissaient 26 millions de kilos de cocons frais, en 1942,

la production des 3 ou 4 seuls départements d'élevage était tombée à 452.000 kilos, malgré les mesures de protection et d'aide prises récemment encore par l'Etat, alors que la production mondiale était de 343 millions de kilos. (En 1929, 800 millions de kilos).

A quoi attribuer cette décadence rapide ? D'après tous les spécialistes qui se sont occupés de la question, les nombreuses causes récentes de cet abandon de plus en plus marqué d'une industrie ancestrale et artisanale autrefois prospère sont les suivantes :

1° la baisse de la natalité et ses corollaires, la rareté, la cherté et les exigences croissantes de la main-d'œuvre ;

2° la désertion des campagnes et la désaffection des jeunes générations pour le métier de sériciculteur qui demande un effort continu pendant une trentaine de jours d'affilée dont 10 jours de labeur harassant ;

3° l'instabilité d'un travail essentiellement saisonnier peu rémunérateur par suite du prix de vente extrêmement variable des cocons, puisque en 1934, le cours est tombé à 1 fr. 50 le kg ;

4° le duel victorieux de la vigne contre le mûrier ;

5° le développement des cultures maraîchères et fruitières de grand rapport dans les plaines et les vallées fertiles où prospérait le ver à soie ;

6° la concurrence de la soie grège d'importation ;

7° la concurrence plus problématique de la rayonne ; causes auxquelles peuvent s'ajouter deux causes actuelles (1943) :

8° l'abandon d'une culture à produit non comestible pour les cultures vivrières ;

9° l'inconnue d'après-guerre.

Peut-on espérer que la Sériciculture française pourra retrouver un jour la prospérité d'antan ? Nous ne le pensons pas, car jamais la production indigène ne pourra lutter contre les éleveurs des pays à main-d'œuvre meilleur marché, tels que l'Italie, la Chine et le Japon, sauf

par l'artifice de protections douanières qui amèneraient inévitablement des représailles économiques.

Mais, en 1938, la France importait 1.783.000 kilos de soie grège, dont 65 % du Japon, contre une production intérieure de 50.000 kg, alors que 450.000 kg de grège sont nécessaires pour faire fonctionner les 29 dernières filatures françaises existantes, ce qui correspond approximativement à trois millions de cocons frais et à l'élevage de 60.000 onces de graines.

Or, nous prétendons qu'il est possible et indispensable de récolter en France ces 3 millions de cocons frais.

Comment parvenir à ce résultat ? Les conditions en sont d'abord d'ordre général :

1° une politique familiale de la natalité capable de provoquer la venue de trois enfants à chaque foyer de façon à offrir dans trois à quatre lustres une main-d'œuvre abondante ;

2° une politique de retour à la terre qui augmente le bien-être rural et revalorise les produits du sol (et assimilés) ;

3° une lutte énergique contre l'alcoolisme par suppression d'une partie du vignoble.

Parmi les conditions spéciales, mentionnons :

1° la coopération séricicole avec les coopératives d'incubation et d'étouffage et de stockage des cocons ;

2° la modernisation des éducations par l'élevage semi-industriel précoce suivant les nouvelles méthodes, de façon à libérer la main-d'œuvre principalement pour l'époque des travaux de la vigne ;

3° la défense du marché par les organisations syndicales, afin d'assurer au sériciculteur un rendement financier non aléatoire et ne subissant plus les fluctuations désordonnées de ces dernières années ;

4° la sélection des races pour obtenir un produit de grande richesse soyeuse et de qualité recherchée par l'industrie.

En outre, la primauté du grainage français peut être

établie par la sélection et la simplification des races sous le contrôle officiel de l'Etat.

De plus, ainsi que l'a prouvé théoriquement et pratiquement M. Secrétain, un nouveau débouché rémunérateur peut être largement assuré, aux sériciculteurs soigneux, par l'industrie du crin de pêche et du crin chirurgical ; rien que pour les besoins intérieurs, l'éducation de 600 onces de graines de races spéciales est susceptible de donner un profit intéressant ; mais il serait nécessaire de consentir à pratiquer l'étirage des glandes soyeuses... et le paysan français est si routinier qu'il s'y refuse jusqu'à présent.

En résumé, comme dans toutes les branches, l'avenir de la production française n'est pas dans le « bon marché » qu'elle ne saurait atteindre par suite du haut standard de vie de la population, mais dans la qualité. Il faut de toute nécessité que le pavillon *Made in France* soit dans le monde entier synonyme de qualité.

Ce n'est que de cette manière que la France relèvera son commerce d'exportation auquel la sériciculture de par ses dérivés : graine, tissus de soie et crins, doit et peut apporter une contribution intéressante.

BIBLIOGRAPHIE

(1) E. André. — Elevage des vers à soie sauvages.

(2) C. Acqua. — Il Bombice del Gelso.

(3) J. Bourgeois. — Contribution à l'étude d'une méthode de fabrication des textiles chimiques et matières plastiques artificiels à base d'un mélange de xanthogénate de cellulose et de xanthogénate d'amidon, en solution alcaline (Thèse Faculté des Sciences de Nancy, 1934).

(4) J. Boyer. — Les crins de Florence Marocains. (*La Nature*, avril 1940).

(5) P. Bruère. — Le crin de Florence, sa fabrication en France, premier et second stades, 1929-1937.

(6) P. Bruère. — Application pratique de la teinture sans colorants à la coloration stable des crins de Florence. (*Bull. Sc. pharm.*, tome XXXVI, août 1929).

(7) A. Chaplet. — Les Soies artificielles.

(8) H. Chobaut. — Les origines de la Sériciculture française.

(9) P. Clerget. — Les industries de la soie en France.

(10) H. Coutière. — Le monde vivant.

(11) A. Desmoulins et Charrière. — La Sériciculture française. (Rapport présenté au Congrès National Séricicole de Villeneuve-de-Berg (Ardèche) le 8 juillet 1939).

(12) A. Desmoulins. — L'industrie de la soie. (Rapport présenté au même Congrès)..

(13) Dr Dorveaux. — Historique du crin de Florence (Poitiers 1909).

(14) A. Dubet. — La muriométrie, instructions nouvelles sur le ver à soie, sur les plantations de mûrier blanc, les filatures et le moulinage de la soie (Lausanne 1770).

(15) T. Ertogroul. — Recherches histophysiologiques sur la mue du ver à soie du mûrier. (Thèse Faculté des Sciences de Lyon 1929).

(16) A. Fandre. — Le crin de Florence. (*Bulletin des Docteurs en Pharmacie*, 1936).

(17) G. Fielding. — On the use of a new substance, silk-worm-gut, for securing devivided arteries. (Transaction of the medico-chirurgical society of Edinburgh (Edinburgh 1826, volume II).

(18) Ch. Garcia. — Story of Silk-worm-gut (Murcia).

(19) A. Goris. — Les fils à ligatures (*Bulletin de l'Ecole de Perfectionnement du Service de Santé de la Région de Paris*, juillet 1935).

(20) A. Goris. — Les fils à ligatures (id., juillet 1936).

(21) A. Goris et H. Muhlemann. — Sur la coloration des crins de Florence. (*Bulletin des Sciences pharmacologiques*, tome XLIII, décembre 1936).

(22) Granville Bantock. — Deux et trois séries de 25 cas d'ovariectomie. (London 1860).

(23) Sir John Hawkins. — The complete angler. (Edition réunie des ouvrages d'Isaac Walton et Ch. Cotton, London, Thomas Hope, 1760).

(24) L. Henneguy. — Les Insectes (Masson, Paris 1904).

(25) Louise Lesperon. — Recherches cytologiques et expérimentales sur la secrétion de la soie et sur certains mécanismes excréteurs chez les Insectes.

(26) A. Liot. — Préparation et stérilisation des crins de Florence. (*Annales d'Hygiène publique industrielle et sociale*, 1925).

(27) A. Liot. — Le crin de Florence. (*Pharmacie française*, décembre 1926).

(28) Liou-Tchang-Tcheng-Houa. — Etude du développement du Bombyx Mori (univoltinisme et bivoltinisme). (Thèse Faculté des Sciences, Lyon 1932).

(29) Lucas-Championnière. — Chirurgie antiseptique, 2e édition. Paris 1880.

(30) E. Maillot et F. Lambert. — Traité sur le ver à soie du mûrier et sur le mûrier.

(31) G. Menard. — Tour d'horizon séricicole. (*Bulletin des Recherches séricicoles de la Station d'Alès*, 1942).

(32) M. G. Metivet. — A propos des sutures à crins perdus et de la coloration de ces crins. *Mémoires de l'Académie de Chirurgie*, 1936).

(33) P.-L.-C. Moreau. — Conditions analytiques des objets de pansements et ligatures (*Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, 1928).

(34) A. Mozziconacci. — Le Ver à soie du mûrier. Hachette Paris 1921).

(35) P. Nepveu. — La cueillette de la soie dans son cadre historique et scientifique.

(36) A. Paillot. — Traité des maladies des vers à soie.

(37) A. Paillot. — Les maladies du ver à soie. (Rapport présenté au Congrès National Séricicole de Villeneuve-de-Berg (Ardèche), le 8 juillet 1939).

(38) E. Pariset. — Histoire de la Soie. (Paris 1862).

(39) Passavant. — Archive der Heilkunde 1862 et Archive für Klinische Chirurgie 1865.

(40) R. Perier. — Cours élémentaire de Zoologie.

(41) D. de Prat. — Aide-mémoire de l'industrie textile.

(42) E. et R. Pussard. — Recherches sur la fluorescence des vers à soie (B. Mori) en lumière de Wood. Rapport entre la fluorescence et le rendement en crins de Florence. C. R. Académie d'Agriculture de France, 7 novembre 1934).

(43) E. et R. Pussard. — Contribution à l'étude des crins de Florence. (*Revue de Zoologie agricole et appliquée* (1935).

(44) M. Raynaud. — Crin de Florence. (*Revue du Service de Santé militaire* 1938).

(45) A. Rebouillon. — Aperçus historiques sur le grainage des vers à soie en France. (Rapport présenté au Congrès National Séricicole de Villeneuve-de-Berg (Ardèche) le juillet 1939).

(46) A. Rolet. — Le crin de Florence. (*Revue Générale des Sciences pures et appliquées*, 1930).

(47) N. Rondot. — Industrie de la soie en France.

(48) J.-J. Sabillon. — Soies artificielles et matières plastiques.

(49) F. Saint-Pierre. — La filature de la soie. (Rapport présenté au Congrès National Séricicole de Villeneuve-de-Berg (Ardèche), le 8 juillet 1939).

(50) M. Schenk. — Le ver à soie (id. id. id.)

(51) Ch. Secrétain. — La fabrication du crin de Florence, industrie séricicole réalisable en France, 1928.

(52) Ch. Secrétain. — L'industrie du crin de Florence en France, 1934.

(53) Ch. Secrétain. — L'élevage du ver à soie aux rameaux (Alès 1934).

(54) Ch. Secrétain. — Le mûrier (Alès 1934).

(55) Ch. Secrétain. — Action de l'Hormovarine (folliculine cristallisée) sur la sexualité. (Rapport au Ministère de l'Agriculture 1940).

(56) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Recherches sur la richesse soyeuse des cocons. (*Bulletin des Recherches séricicoles*, Alès 1937).

(58) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Le triage densimétrique des œufs par des solutions de chlorure de sodium et ses résultats. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1938).

(59) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Influence du poids des œufs sur les vers et les cocons. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1938).

(60) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Relations du poids du ver à la montée et du papillon. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1938).

(61) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Influence de l'accouplement sur le mécanisme de la ponte. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1938).

(62) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Action du froid et des vapeurs nocives sur les œufs. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1938).

(63) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Les « coupures de nuances » et la séléction des races de vers à soie à la lumière de Wood. (*Bulletin des Recherches Sérécicoles*, Alès 1940).

(64) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Recherche sur le jeûne des vers à soie. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1940).

(65) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Recherches sur la perte de poids que subissent les œufs de la ponte à l'éclosion. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1941).

(66) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Le dimorphisme ovulaire chez Bombyx mori. (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1941).

(67) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Incubation des œufs de vers à soie. (*Bulletin technique séricicole*, n° 4, 1943).

(68) Ch. Secrétain et A. Schenk. — Guide du bon Sériciculteur. (*Bulletin technique séricicole* n° 3 1943).

(69) Sun-Pen-Tson. — Recherches cytologiques sur des cellules intestinales de vers à soie. Thèse Faculté des Sciences de Lyon, 1928).

(70) L. Tesnière. — Les noms de la soie. (*Bulletin des Recherches séricicoles*, Alès 1941).

(71) Dabry de Tiersant. — La pisciculture et la pêche en Chine (Paris 1872).

72 A. Vandel. — Existe-t-il un dimorphisme ovulaire en rapport avec le sexe chez le Bombyx du Mûrier ? (*Bulletin des Recherches Séricicoles*, Alès 1942).

73 L. Vignon. — La soie au point de vue scientifique et industriel.

74 Yao-Nan. — Recherches histologiques sur les tubes de Malpighi chez le ver à soie du mûrier. Thèse Faculté des Sciences de Lyon, 1928).

75 *Pharmacopée française*, 6e édition 1937.

(76) *Formulaire Pharmaceutique des Hôpitaux militaires*. (Expertises des Fibres textiles, tome II).
(77) *L'Officine de Dorveault*.
(78) *Le Ver à soie du Mûrier*, manuel-guide édité par le Comité National de la Sériciculture (Valence 1938).
(79) *Bulletin des Soies et Soieries* (Lyon).
(80) *Le propagateur de l'industrie de la soie en France*, journal mensuel.
(81) *L'élevage du ver à soie, la culture du mûrier*, brochure éditée par l'Office National Séricicole, Valence 1942.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 9

Introduction 11

Le ver à soie du mûrier 14

Classification sommaire des Insectes et des Lépidoptères 14

Etude du Bombyx Mori et de son cycle évolutif 16

L'œuf 16

La larve 24

Morphologie 26

Le tégument et les mues 28

Physiologie 30

Les glandes sérigicènes et la soie 36

Le cocon 41

La chrysalide 42

Le papillon 46

Sériciculture 52

Historique 52

Introduction 58

Elevage du ver à soie 59

Conditions techniques et physiologiques de l'élevage 61

Le grainage 62

L'incubation 72

L'éclosion 74

L'éducation 75

L'encabanage 78

Le coconnage 80

Le mûrier 82

Autres méthodes d'élevage 88

Conditions physiques de l'élevage 91

Conditions hygiéniques de l'élevage 93

Pébrine 94

Muscardine 97

Grasserie 99

Dysenteries infectieuses 100

Dysenteries amicrobiennes 103

Autres maladies et accidents d'élevage 103

Autres espèces productrices de soie 104

Produits du ver à soie du mûrier.

La soie.

La soie naturelle 110
Traitement des cocons 110
Qualité et richesse soyeuse des cocons 113
Les diverses races de ver à soie cultivées 113
La soie grège :
Fabrication de la soie grège 116
Propriétés physiques de la soie grège 119
Propriétés chimiques de la soie grège 119
Constitution chimique de la soie 120
Essais de la soie grège 121
Opérations ultérieures de filature et de tissage 123
Industrie de la Schappe 125

La soie artificielle 126
Historique 126
Aperçu d'ensemble sur la fabrication 128
Etude des diverses soies artificielles 130
Importance de la production de la soie artificielle .. 132

Le crin de Florence 134
Définition 134
Historique 135
Préparation du crin brut 137
Elevage des vers 137
Etirage 138
Raffinage du crin brut 143
Qualités du crin 147
Crins chirurgicaux 150
Coloration 150
Stérilisation 152
Question économique 156
Succédanés du crin 158

Conclusion 160

Bibliographie 165

Vu :

Clermont-Ferrand, le 13 décembre 1943.

Le Président du Jury :

A. GUILLAUME.

Vu et approuvé :

Clermont-Ferrand, le 14 décembre 1943.

Le Doyen de la Faculté de Pharmacie :

A. SARTORY.

Vu et permis d'imprimer :

Clermont-Ferrand, le 14 décembre 1943.

Le Recteur de l'Académie,
Président du Conseil de l'Université.

Pour le Recteur :
Le Vice-Président du Conseil de l'Univeristé :

A. DANJON

Imprimerie Générale, J. de Bussac, 2, cours Sablon Clermont-Ferrand.

Dépôt légal N° 94, 1er trim. 1945.